



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

۱۶-۱ کار عملی (۳)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون با کلید سه فاز چپ گرد- راست گرد زبانه‌ای تابلویی (گردان)

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول مقابل استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	m۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

تذکره:



کلید تابلوی مورد استفاده برای انجام کار بایستی قبلاً در داخل قوطی یا روی پایه مناسب نصب شود.

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز ، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۱۶-۱ - مراحل اجرای کار

وسایل و قطعات مدار را مطابق شکل ۱-۱۴۳ روی تابلو نصب کنید.



شکل ۱-۱۴۳

در نصب وسایل دقت کنید که کابل بین قطعات، مسیر مستقیم داشته باشد تا بتوان از محل های ورودی و خروجی کلید به راحتی کابل را انشعاب گرفته و اتصال داد (شکل ۱-۱۴۴).



شکل ۱-۱۴۴

با استفاده از نقشه ی داده شده در شکل ۱-۱۳۸ سیم های کابل را مطابق شکل ۱-۱۴۵ به پیچ های ورودی فیوز مینیاتوری سه فاز وصل کنید و از پیچ های خروجی فیوز سه فاز اصلی را به پیچ هایی از کلید که با حروف L_1 ، L_2 و L_3 یا S ، R و T مشخص شده اند وصل کنید.



شکل ۱-۱۴۵

پیچ هایی از کلید که با حروف U_1 ، V_1 و W_1 یا U ، V و W مشخص شده اند را به سه سر U_1 ، V_1 و W_1 یا U ، V و W کلاف های موتور مطابق شکل ۱-۱۴۶ وصل کنید. تخته کلم موتور را بررسی کنید تا انتهای کلاف های موتور مطابق شکل ۱-۱۴۷ به صورت مثلث وصل شده باشند.

فیوز مینیاتوری را وصل کنید. کلید را در حالت راست گرد (R یا ۱) قرار قرار داده و وضعیت کار کرد و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید. کلید را به حالت اول باز گردانید و سپس در حالت چپ گرد (L یا ۲) قرار دهید و وضعیت کار و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید. کلید را در حالت قطع (O) قرار دهید.

مشخصات وسایلی که در این مدار به کار برده اید را در جدول ۱-۱۶ بنویسید.

جدول ۱-۱۶

ردیف	نام وسیله یا قطعه	مشخصات
۱		
۲		
۳		
۴		
۵		
۶		
۷		
۸		

تمرین

نقشه ی مونتاژ وسایل مدار و نقشه ی اتصال موتور به کلید در استاندارد قدیم و IEC را در دفتر گزارش کار رسم کنید.



شکل ۱-۱۴۶

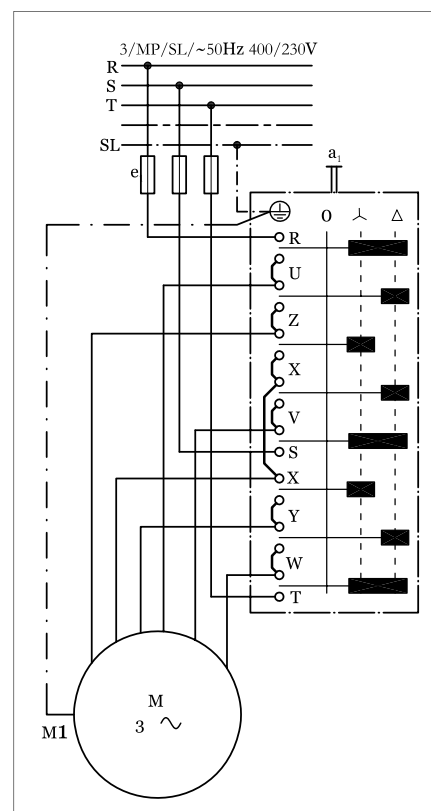
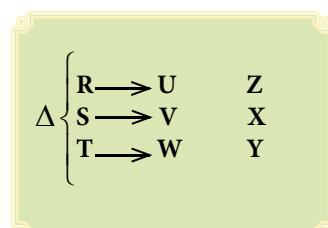
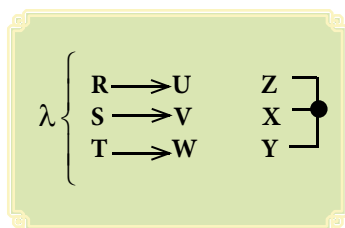


شکل ۱-۱۴۷

۱۷-۱- کلید دستی ستاره — مثلث زبانه‌ای

در شکل (a-۱۴۸) شمای حقیقی کلید زبانه‌ای ستاره مثلث در استاندارد VDE مشاهده می‌شود. هر گاه کلید را یک مرحله حرکت دهیم تا از وضعیت صفر درآید و در وضعیت ستاره قرار گیرد یک‌سری زبانه‌ها (پلاتین‌ها) به سمت جلو حرکت می‌کند و تعدادی از پیچ‌های کلید را به یکدیگر اتصال می‌دهد. به همین ترتیب اگر کلید در وضعیت مثلث قرار گیرد این حالت برای برخی پیچ‌ها به صورت اتصال‌های جدید اتفاق می‌افتد ولی در برخی پیچ‌های کلید، عمل قطع صورت نمی‌گیرد بلکه در حالت دوم نیز عمل اتصال مجدداً تکرار می‌شود.

شکل (b-۱۴۸) شمای فنی کلید زبانه‌ای ستاره مثلث نشان داده شده است.



(a) نقشه (شمای) حقیقی

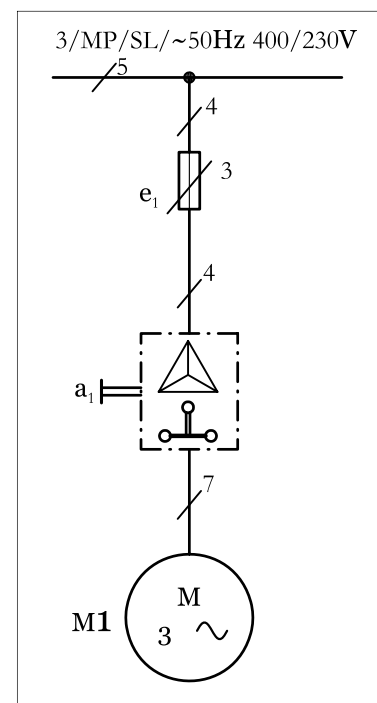
در شکل ۱-۴۹ تصویر واقعی کلید ستاره مثلث زبانه‌ای (نوع بدنه ی چدنی) و در شکل ۱-۱۵۰ تصویر یک نمونه کلید ستاره مثلث (نوع تابلویی) را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۱۴۹



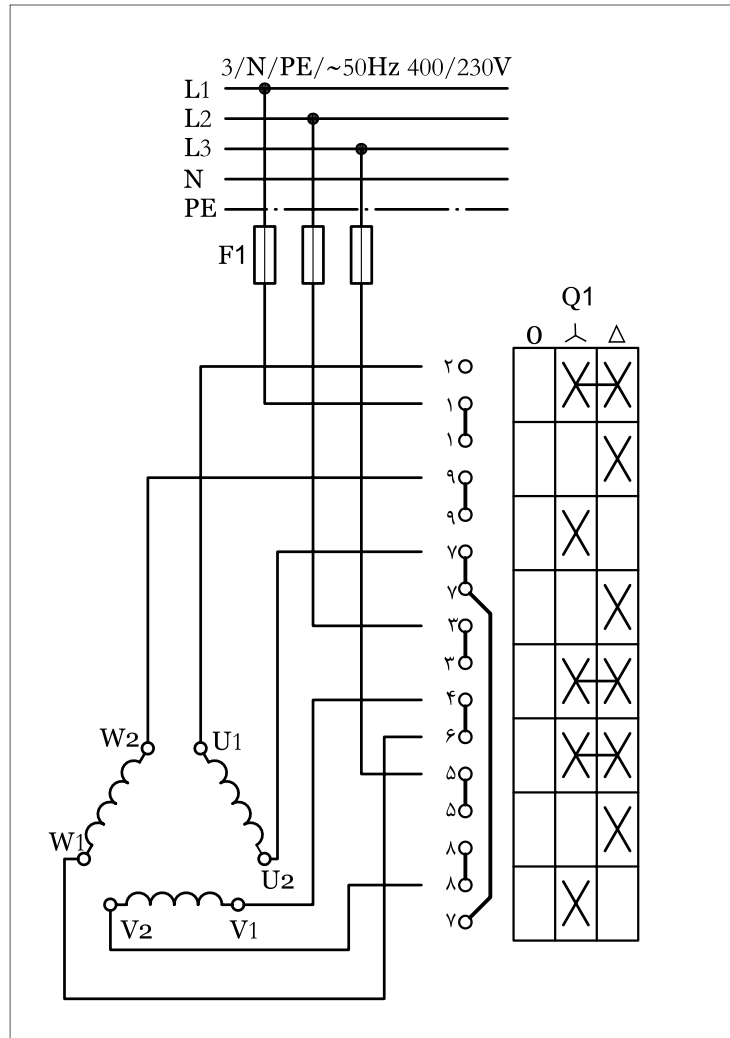
شکل ۱-۱۵۰



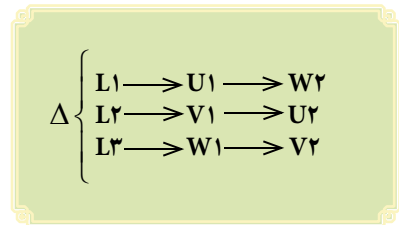
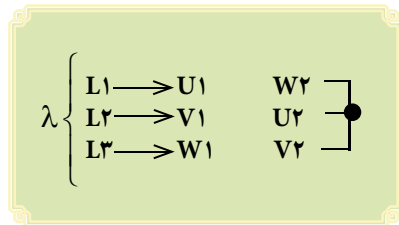
(b) نقشه (شمای) فنی

شکل ۱-۱۴۸

کلید ستاره مثلث در استاندارد جدید (IEC) به صورت شکل ۱-۱۵۱ است. خطوطی که به صورت افقی مرکز، دو ضربدر هر ستون را در کلید به هم وصل می‌کند نشان‌دهنده‌ی آن است که آن زبانه‌ی کلید در هر دو حالت وصل قرار دارد و با تغییر وضعیت، کلید قطع نمی‌شوند.



شکل ۱-۱۵۱





ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

۱۱-۱ کار عملی (۴)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون با کلید سه فاز ستاره مثلث زبانه‌ای تابلویی

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول مقابل استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	m۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

تذکر:



کلید تابلوی مورد استفاده برای انجام کار بایستی قبلاً در داخل قوطی یا روی پایه مناسب نصب شود.

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۱۸-۱- مراحل اجرای کار

وسایل و قطعات مدار را مطابق شکل ۱-۱۵۲ روی تابلو نصب کنید. در نصب وسایل دقت کنید که کابل بین قطعات، مسیر مستقیم داشته باشد تا بتوان از محل های ورودی و خروجی کلید به راحتی کابل را انشعاب گرفته و اتصال داد (شکل ۱-۱۵۳).



شکل ۱-۱۵۲

با استفاده از نقشه‌ی داده شده شکل ۱-۱۵۱ سیم‌های کابل را مطابق شکل ۱-۱۵۴ به پیچ‌های ورودی فیوز مینیاتوری سه‌فاز وصل کنید و از پیچ‌های خروجی فیوز، سه‌فاز اصلی را به پیچ‌هایی از کلید که با حروف L_۱، L_۲ و L_۳ یا S، R و T مشخص شده‌اند وصل کنید.



شکل ۱-۱۵۳

پیچ‌هایی از کلید که با حروف U_۱، V_۱ و W_۱ (یا U، V و W) و U_۲ و V_۲ و W_۲ (یا x، y و z) مشخص شده‌اند را به پیچ‌های هم‌نام خود روی تخته کلم وصل کنید (شکل ۱-۱۵۵).



شکل ۱-۱۵۴

توجه: تخته کلم موتور را بررسی کنید تا توسط تسمه‌های مسی به صورت ستاره یا مثلث ثابت وصل نباشد.

فیوز را وصل کنید. کلید را ابتدا در حالت قرار داده و شرایط کاری، سرعت و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید. سپس کلید را در وضعیت قرار دهید و شرایط کاری، سرعت و جهت چرخش موتور را مشاهده کنید.

کلید را در وضعیت قطع (O) قرار دهید.

مشخصات وسایل به کار رفته در مدار را در جدول ۱-۱۷ بنویسید.

جدول ۱-۱۷

مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸

تمرین

نقشه‌ی مونتاژ وسایل مدار و نقشه‌ی اتصال موتور به کلید در استاندارد IEC

را در دفتر گزارش کار رسم کنید.



ساعات آموزشی

جمع

عملی








نظری

۱۹-۱ کار عملی (۵)



هدف: بررسی جریان‌ها و ولتاژهای خطی و فازی در اتصال ستاره متعادل و نامتعادل

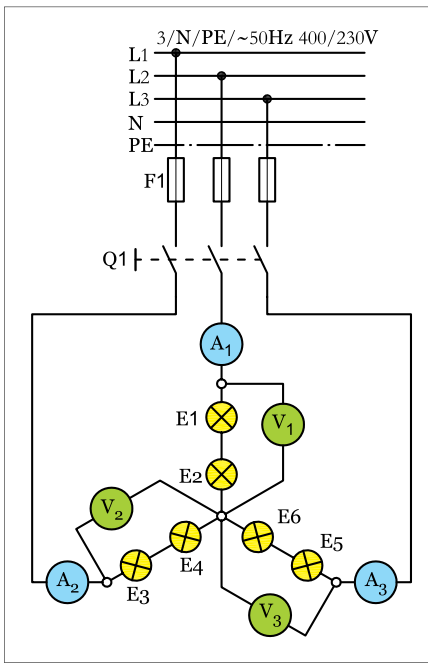
وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۶ عدد	—	سریچ لامپ 
۶ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۱۰۰W 
از هر کدام ۱ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۶۰W, ۱۵۰W 
۱ عدد	F۱	فیوزمینیا توری سه فاز 
۱ عدد	Q۱	کلید سه فاز قطع و وصل زبان‌های 
۳ عدد	A	آمپر متر با حداکثر رنج ۵A 
۳ عدد	V	ولت متر با حداکثر رنج ۵۰۰V 

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۱۹-۱ - مراحل اجرای کار الف - اتصال ستاره متعادل

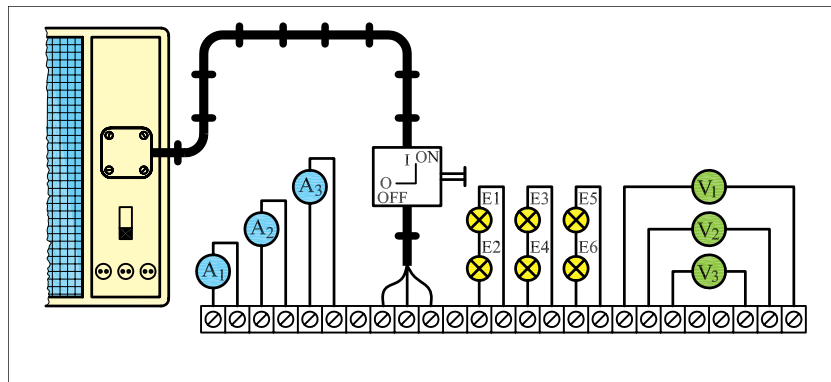
مرحله I



شکل ۱-۱۵۶

$I_{A1} =$ <input type="text"/> A	$V_{1=} =$ <input type="text"/> V
$I_{A2} =$ <input type="text"/> A	$V_{2=} =$ <input type="text"/> V
$I_{A3} =$ <input type="text"/> A	$V_{3=} =$ <input type="text"/> V

مدار شکل ۱-۱۵۶ را با کمک شش لامپ ۱۰۰W مطابق شکل ۱-۱۵۷ روی تابلو برق ببندید. اتصالات بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ بایینی ترمینال‌ها انجام دهید.
فیوز مینیاتوری را وصل کنید و سپس کلید Q1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپرترها را بخوانید.



شکل ۱-۱۵۷

مقادیر اندازه‌گیری شده کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟
کلید را در حالت OFF قرار دهید و مدار را خاموش کنید.

مرحله II

یکی از فیوزها را قطع کنید و دو فیوز دیگر را در حالت وصل بگذارید.
کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپرترها را بخوانید و یادداشت کنید.

نتایج این مرحله را با مرحله (I) مقایسه کنید چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

مرحله III

کلید Q1 را قطع کنید.
لامپ‌های E1 و E2 را از روی سرپیچ باز کنید.
کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپر‌مترها را بخوانید و یادداشت کنید.

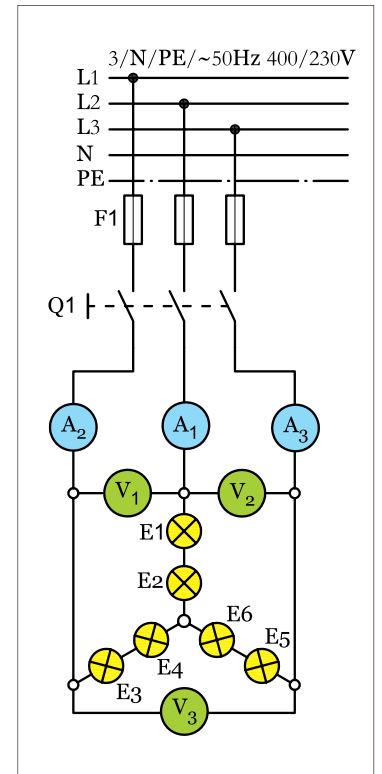
نتایج این مرحله را با مراحل I و II مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟
فیوز مینیاتوری سه فاز F1 و کلید Q1 را قطع کنید.

$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A	$V_{1=}$	<input type="text"/>	V
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A	$V_{2=}$	<input type="text"/>	V
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A	$V_{3=}$	<input type="text"/>	V

پاسخ

مرحله IV

محل قرار گرفتن آمپر‌مترها و ولت‌مترها را مطابق مدار شکل ۱-۱۵۸ تغییر دهید.
ابتدا فیوز و سپس کلید را در حالت وصل قرار دهید.
مقادیر ولتاژ و جریان هر یک از ولت‌مترها و آمپر‌مترها را بخوانید و یادداشت کنید.
مقادیر اندازه‌گیری شده کدام‌یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟



شکل ۱-۱۵۸

پاسخ

از مقایسه مقادیر اندازه‌گیری شده در دو مرحله I و IV چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ

آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

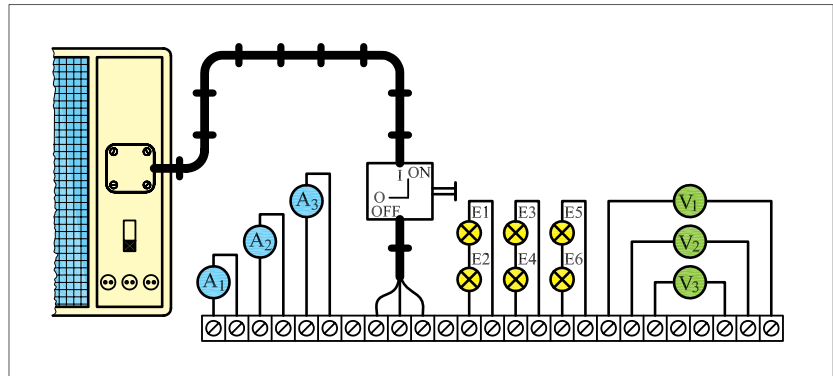
پاسخ

$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A	$V_{1=}$	<input type="text"/>	V
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A	$V_{2=}$	<input type="text"/>	V
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A	$V_{3=}$	<input type="text"/>	V

ب — اتصال ستاره نامتعادل

مرحله V

مدار شکل ۱۵۹-۱ را مطابق شکل ۱۶۰-۱ روی تابلو برق ببندید. اتصال‌های بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال‌ها انجام دهید.



شکل ۱-۱۶۰

توان لامپ‌های موجود در مدار را به صورت زیر، روی سرپیچ‌ها قرار دهید.

$$\begin{aligned} E_1 &= 100\text{ W} & E_3 &= 60\text{ W} & E_5 &= 150\text{ W} \\ E_2 &= 100\text{ W} & E_4 &= 60\text{ W} & E_6 &= 150\text{ W} \end{aligned}$$

$$I_{A1} = \text{ } \text{A} \quad V_1 = \text{ } \text{V}$$

$$I_{A2} = \text{ } \text{A} \quad V_2 = \text{ } \text{V}$$

$$I_{A3} = \text{ } \text{A} \quad V_3 = \text{ } \text{V}$$

فیوز مینیاتوری F1 را وصل کنید و سپس با وصل کلید Q1 ولتاژ و جریان هر یک از ولت‌مترها و آمپر‌مترها را بخوانید.

مقادیر اندازه‌گیری شده مصرف کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟

فیوز مینیاتوری F1 و کلید Q1 را در حالت خاموش قرار دهید.

پاسخ

مرحله VI

محل قرار گرفتن آمپرمترها و ولت‌مترها را مطابق شکل ۱-۱۶۱ تغییر دهید. مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپرمترها را بخوانید.

$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A	$V_1 =$	<input type="text"/>	V
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A	$V_2 =$	<input type="text"/>	V
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A	$V_3 =$	<input type="text"/>	V

مقادیر اندازه‌گیری شده کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال ستاره است؟

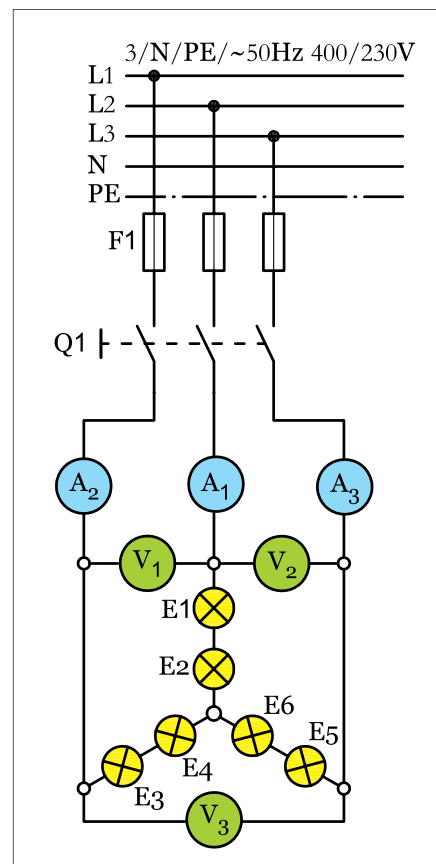
پاسخ

از مقایسه‌ی مقادیر اندازه‌گیری شده در دو مرحله V و VI چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ

آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

پاسخ



شکل ۱-۱۶۱



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

۲۰-۱ کار عملی (۶)



هدف: بررسی جریان‌ها و ولتاژهای خطی و فازی در اتصال مثلث متعادل و نا متعادل

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

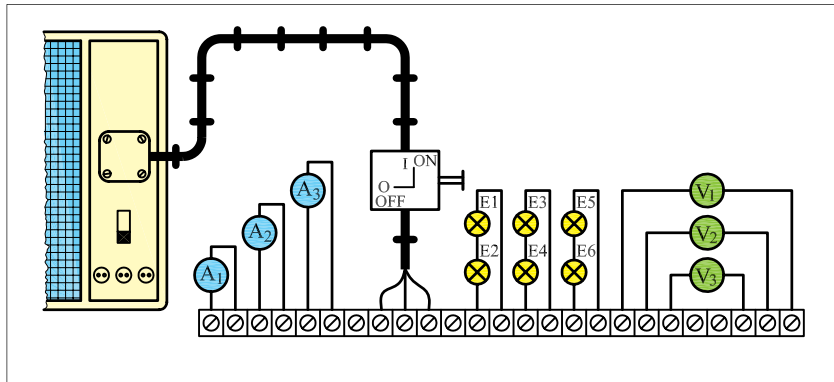
تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار	
۶ عدد	—	سریچ لامپ	
۶ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۱۰۰W	
از هر کدام ۱ عدد	E	لامپ رشته‌ای ۶۰,۱۵۰W	
۱ عدد	F۱	فیوز مینیاتوری سه فاز	
۱ عدد	Q۱	کلید سه فاز قطع و وصل زبانه‌ای	
۳ عدد	A	آمپر متر با حداکثر رنج ۵A	
۳ عدد	V	ولت متر با حداکثر رنج ۵۰۰V	

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز ، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۲۰-۱ - مراحل اجرای کار الف - اتصال مثلث متعادل

مرحله I

مدار شکل ۱-۱۶۲ را با کمک شش لامپ ۱۰۰W مطابق شکل ۱-۱۶۳ روی تابلوی برق ببندید. اتصال‌های بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال‌ها انجام دهید.



شکل ۱-۱۶۳

فیوز مینیاتوری را وصل کنید و سپس کلید Q1 را در حالت ON قرار دهید و ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها آمپرترها را بخوانید.

مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

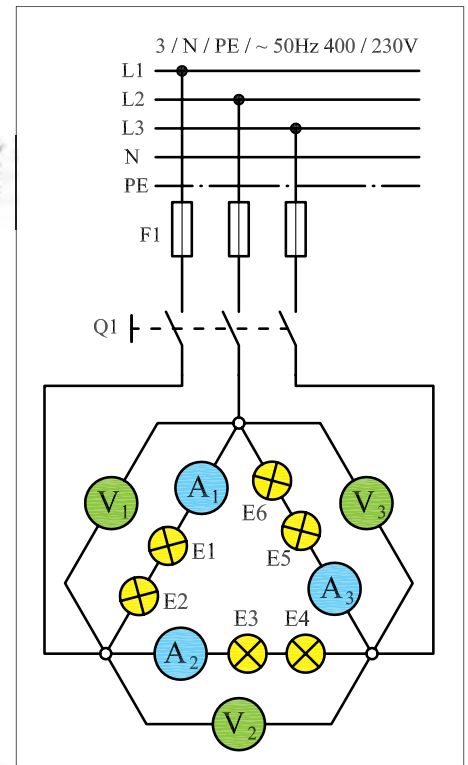
کلید را در حالت OFF قرار دهید و مدار را خاموش کنید.

مرحله II

یکی از فیوزها را قطع کنید و دو فیوز دیگر را در حالت وصل بگذارید.

کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپرترها را بخوانید و یادداشت کنید.

نتایج این مرحله را با مرحله I مقایسه کنید، چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟



شکل ۱-۱۶۲

$$I_{A1} = \boxed{} \text{ A} \quad V_1 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A2} = \boxed{} \text{ A} \quad V_2 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A3} = \boxed{} \text{ A} \quad V_3 = \boxed{} \text{ V}$$

پایه

$$I_{A1} = \boxed{} \text{ A} \quad V_1 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A2} = \boxed{} \text{ A} \quad V_2 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A3} = \boxed{} \text{ A} \quad V_3 = \boxed{} \text{ V}$$

مرحله III

$$I_{A1} = \boxed{} \text{ A} \quad V_1 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A2} = \boxed{} \text{ A} \quad V_2 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A3} = \boxed{} \text{ A} \quad V_3 = \boxed{} \text{ V}$$

کلید Q1 را قطع کنید.

لامپ‌های E1 و E2 را از روی سرپیچ باز کنید.

کلید Q1 را وصل کنید و مقادیر ولت‌مترها و آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.

نتایج این مرحله را با مراحل I و II مقایسه کنید. چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

فیوز مینیاتوری سه فاز F1 و کلید Q1 را قطع کنید.

مرحله IV

محل قرار گرفتن آمپرمترها و ولت‌مترها را مطابق مدار شکل ۱-۱۶۴ تغییر دهید.

ابتدا فیوز F1 و سپس کلید Q1 را در حالت وصل قرار دهید.

مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.

یادداشت کنید.

$$I_{A1} = \boxed{} \text{ A} \quad V_1 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A2} = \boxed{} \text{ A} \quad V_2 = \boxed{} \text{ V}$$

$$I_{A3} = \boxed{} \text{ A} \quad V_3 = \boxed{} \text{ V}$$

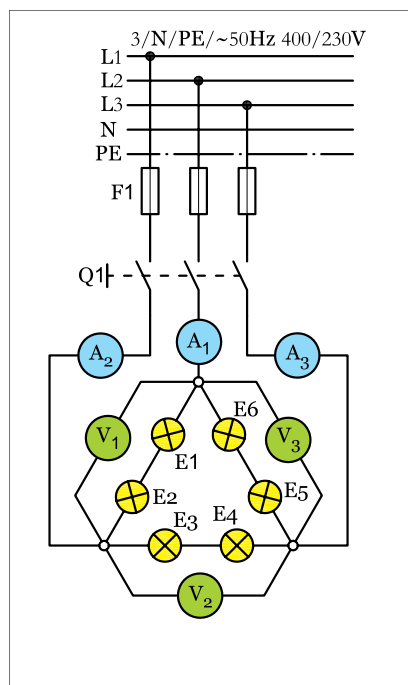
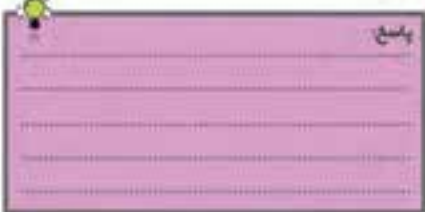
مقادیر اندازه‌گیری شده کدامیک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

اتصال مثلث است؟

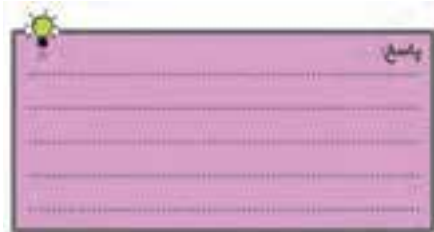
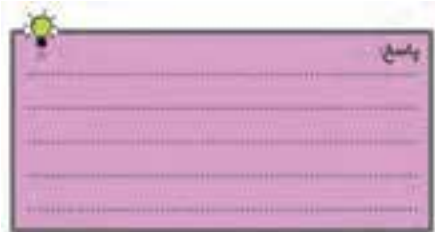
از مقایسه‌ی مقادیر اندازه‌گیری شده در دو مرحله‌ی I و IV چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

می‌گیرید؟

آیا نتایج به دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟



شکل ۱-۱۶۴



ب — اتصال مثلث نامتعادل

مرحله V

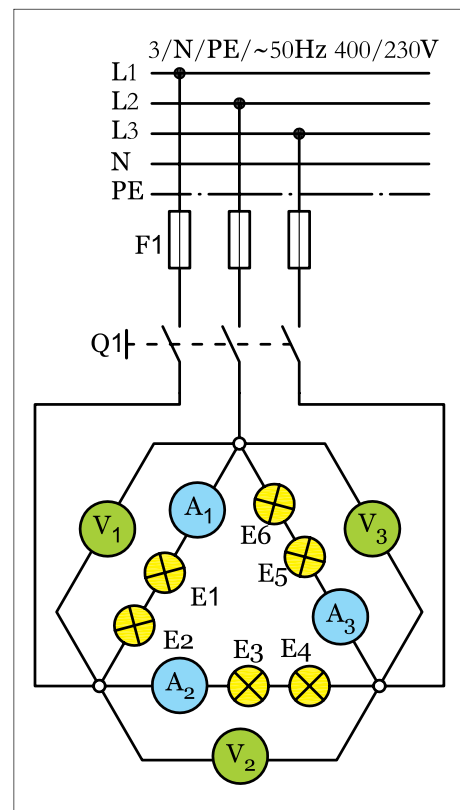
مدار شکل ۱-۱۶۵ را مطابق شکل ۱-۱۶۶ روی تابلوی برق ببندید. اتصالات بین قطعات مدار را توسط سیم و از زیر پیچ پایینی ترمینال‌ها انجام دهید. توان لامپ‌های موجود در مدار را به صورت زیر، روی سرپیچ‌ها قرار دهید.

$$E_1 = 100\text{ W} \quad E_3 = 60\text{ W} \quad E_5 = 150\text{ W}$$

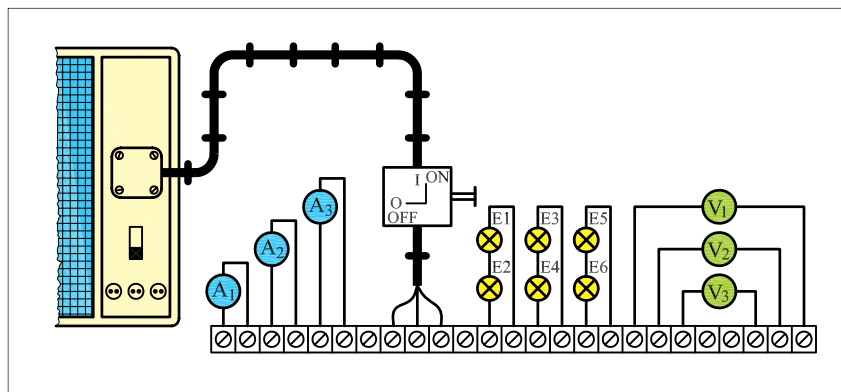
$$E_2 = 100\text{ W} \quad E_4 = 60\text{ W} \quad E_6 = 150\text{ W}$$

فیوز مینیاتوری F1 را وصل کنید و سپس با وصل کلید Q1 ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپرترها را بخوانید.

$I_{A1} =$ <input type="text"/> A	$V_1 =$ <input type="text"/> V
$I_{A2} =$ <input type="text"/> A	$V_2 =$ <input type="text"/> V
$I_{A3} =$ <input type="text"/> A	$V_3 =$ <input type="text"/> V



شکل ۱-۱۶۵



شکل ۱-۱۶۶

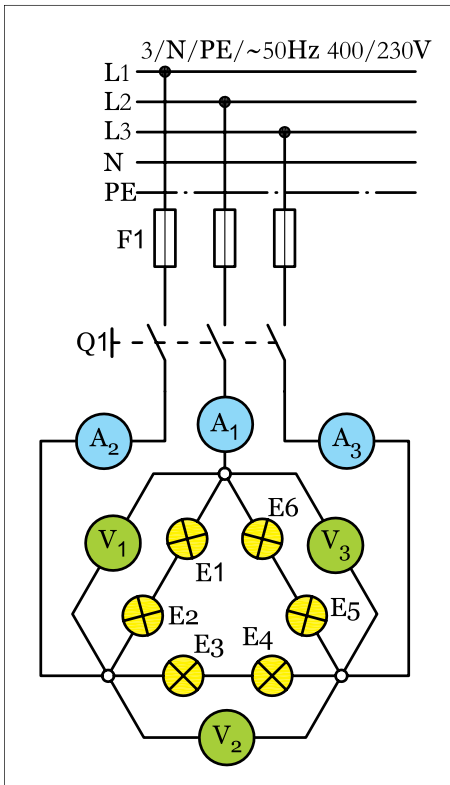
مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدام‌یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

فیوز مینیاتوری F1 و کلید Q1 را در حالت خاموش قرار دهید.

پاسخ

مرحله VI

محل قرار گرفتن آمپرمترها و ولت‌مترها را مطابق شکل ۱-۱۶۷ تغییر دهید.
مقادیر ولتاژ و جریان هریک از ولت‌مترها و آمپرمترها را بخوانید.



شکل ۱-۱۶۷

$I_{A1} =$	<input type="text"/>	A	$V_1 =$	<input type="text"/>	V
$I_{A2} =$	<input type="text"/>	A	$V_2 =$	<input type="text"/>	V
$I_{A3} =$	<input type="text"/>	A	$V_3 =$	<input type="text"/>	V

مقادیر اندازه‌گیری شده معرف کدام یک از پارامترهای ولتاژی و جریانی اتصال مثلث است؟

پاسخ

از مقایسه‌ی مقادیر اندازه‌گیری شده در دو مرحله‌ی V و VI چه نتیجه‌ای می‌گیرید؟

پاسخ

آیا نتایج به‌دست آمده با مطالب نظری مطابقت دارد؟

پاسخ



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

۲۱-۱ کار عملی (۷)



هدف: بررسی جریان‌ها و ولتاژهای فازی و خطی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M _۱	موتور سه فاز 
۱ عدد	Q _۱	کلید سه فاز ستاره مثلث زبان‌های 
۱ عدد	F _۱	فیوزمینیا توری سه فاز 
۳ عدد	A	آمپر متر با حداکثر رنج ۵A 
۳ عدد	V	ولت متر با حداکثر رنج ۵۰۰V 

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۲۱-۱ - مراحل اجرای کار

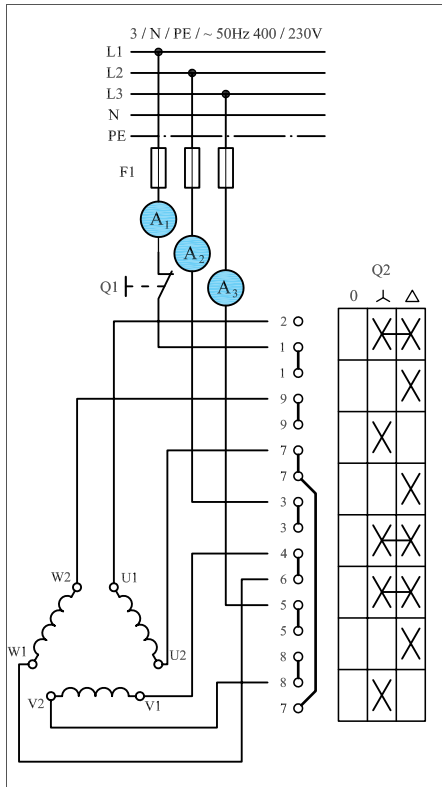
مرحله I

وسایل را طبق مدار شکل ۱-۱۶۸ با راهنمایی معلم خود روی تابلوی برق نصب کنید و مدار را ببندید.



توجه: در مراحل مختلف این آزمایش اجازه ندهید تا موتور به مدت زیادی دوفاز کار کند.

فیوز مینیاتوری سه فاز F1 را وصل کنید و کلید تک پل Q1 را در حالت وصل قرار دهید. کلید Q2 را روی حالت قرار دهید و جریان هریک از آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.



شکل ۱-۱۶۸

$$I_{A1} = \text{[]} \text{ A}$$

$$I_{A2} = \text{[]} \text{ A}$$

$$I_{A3} = \text{[]} \text{ A}$$

وضعیت کلید Q2 را به حالت تغییر دهید و سپس جریان هریک از آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.

$$I_{A1} = \text{[]} \text{ A}$$

$$I_{A2} = \text{[]} \text{ A}$$

$$I_{A3} = \text{[]} \text{ A}$$

نتایج حاصل از جریان‌های اندازه‌گیری شده در حالت و را با هم مقایسه کنید و در مورد آن توضیح دهید.

کلید Q2 را به حالت (O) در آورید و مدار را خاموش کنید.

نام:

مرحله II

کلید Q2 را در وضعیت قرار دهید تا موتور به گردش درآید.
 در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید تا فاز L1 قطع شود. حال جریان آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.
 کلید تک پل Q1 را به حالت وصل بازگردانید.
 وضعیت کلید ستاره مثلث Q2 را در حالت قرار دهید.
 در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید تا فاز L1 قطع شود. حال جریان آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید.
 کلید Q1 را وصل کنید و سپس کلید Q2 را در حالت (O) قرار دهید تا موتور خاموش شود.
 فیوز سه فاز F1 را در حالت خاموش قرار دهید تا مدار موتور از شبکه جدا شود.

$I_{A1} =$ A

$I_{A2} =$ A

$I_{A3} =$ A

$I_{A1} =$ A

$I_{A2} =$ A

$I_{A3} =$ A

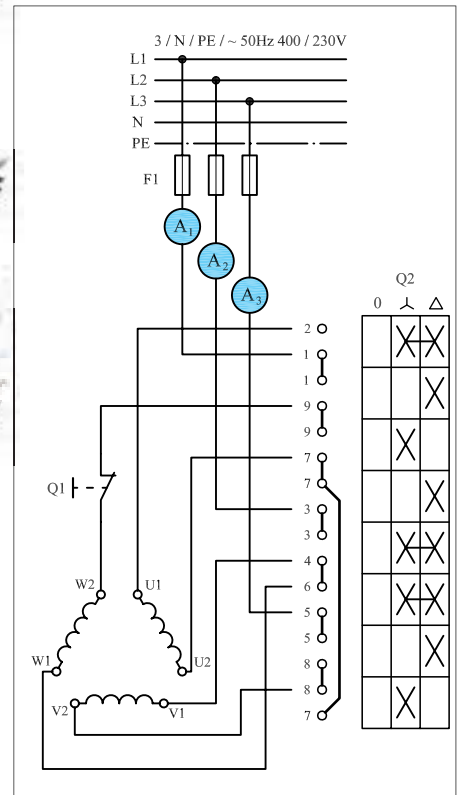
مرحله III

محل کلید تک پل Q1 را مطابق شکل ۱۶۹-۱ تغییر دهید به طوری که بتوان ارتباط سیم پیچ سوم موتور W2 را با کلید قطع کرد.
 فیوز سه فاز F1 را در حالت وصل قرار دهید.
 کلید ستاره مثلث Q2 را در حالت قرار دهید تا موتور به گردش درآید.
 در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید و جریان آمپرمترها را بخوانید و یادداشت نمایید.

$I_{A1} =$ A

$I_{A2} =$ A

$I_{A3} =$ A



شکل ۱۶۹-۱

$I_{A1} =$ A

$I_{A2} =$ A

$I_{A3} =$ A

کلید تک پل Q1 را به حالت وصل بازگردانید.
 وضعیت کلید ستاره مثلث Q2 را در حالت قرار دهید.
 در این شرایط کلید Q1 را برای مدت زمان کوتاهی قطع کنید و جریان آمپرمترها را بخوانید و یادداشت کنید

کلید تک پل را به حالت وصل باز گردانید.

وضعیت کلید ستاره مثلث را به حالت (O) باز گردانید و فیوز سه فاز را نیز قطع کنید.

نتایج حاصل از آزمایش های II و III (حالت قطع فاز و قطع سیم پیچی موتور) را با هم مقایسه کنید و در صورت وجود اختلاف، علت را توضیح دهید.

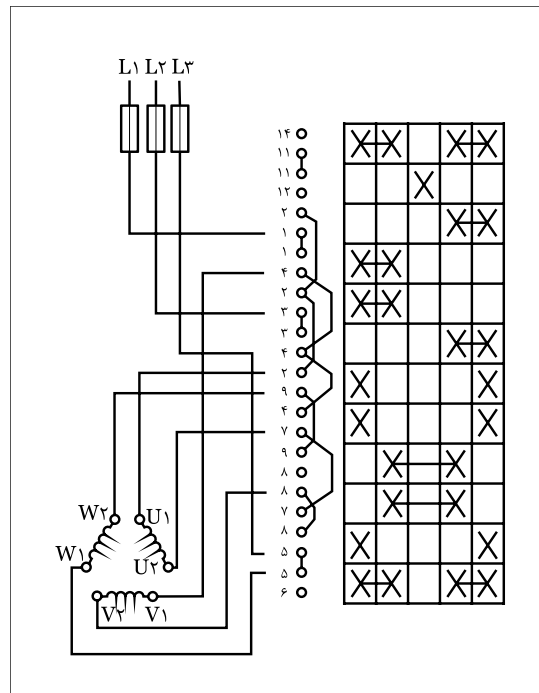
نتایج اندازه گیری ها در حالات مشابه مدارهای لامپی و موتوری را با هم مقایسه کنید و در صورت وجود اختلاف، علت را توضیح دهید.

۱-۲۲- کلید زبانه ای ستاره مثلث چپگرد - راستگرد

در کارهای قبلی با نحوه عملکرد و اصول کار کلید چپگرد - راستگرد و همچنین کلید ستاره مثلث بصورت جداگانه آشنا شده اید.

در گذشته ای نه چندان دور برای اتصال یک موتور ستاره مثلث که بتواند بصورت چپگرد - راستگرد نیز کار کند لازم بود از این دو کلید بصورت دنبال هم (سری) استفاده شود.

اما در شرایط فعلی کلیدهای ستاره مثلث چپگرد - راستگرد موجود می باشد و ضرورتی برای وصل مدار به آن صورت نیست. در شکل (۱-۱۷۰) نقشه کلید ستاره مثلث چپگرد - راستگرد را مشاهده می کنید.



شکل ۱-۱۷۰



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

۲۳-۱ کار عملی (۸)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون روتور قفسی به صورت ستاره مثلث چپگرد- راستگرد

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز ، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۲۳-۱ - مراحل اجرای کار عملی

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.



شکل (۱-۱۷۴)

سه فاز L_1, L_2, L_3 را به داخل کلید وصل و ضمن پیچ‌های U_1, V_1, W_1 و U_2 و V_2, W_2 تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ستاره (Δ) و مثلث (Δ) شرایط راستگرد (وضعیت ۱) و سپس در حالت ستاره (Δ) و مثلث (Δ) چپگرد (وضعیت ۲) قرار داده و وضعیت کارکرد موتور را مشاهده کنید.



شکل (۱-۱۷۵)

کلید را در حالت (O) قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت O) کنید.

مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول (۱۸-۱) بنویسید.

جدول ۱-۱۸

مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸

۱-۲۴-۱ - کلید زبانه‌ای موتور سه فاز دو سرعته با سیم پیچ جداگانه

همانطوری که می‌دانید تغییر تعداد قطب‌های سیم پیچی با سرعت موتور رابطه دارد بر همین اساس در برخی موتورهای سه فاز برای ایجاد دو سرعت مختلف در یک موتور از دو گروه سیم پیچی جداگانه که هر یک برای تعداد قطبی مشخص طراحی و سیم پیچی آن در فضای داخلی استاتور قرار داده شده استفاده می‌شود.



در این موتورها از هر سیم پیچی سرهای جداگانه‌ای روی تخته کلم آن قرار می‌گیرد و نحوه اتصال سیم پیچی‌های آن نیز مستقل (ستاره یا مثلث) است.

سرهای مربوط به سرعت اول (سرعت کمتر) را با اندیس ۱ و سرهای مربوط به سرعت دوم (سرعت بیشتر) را با اندیس ۲ نشان می‌دهند.

شکل (۱-۱۷۶)

سرعت اول

$L_1 \rightarrow 1U$
 $L_2 \rightarrow 1V$
 $L_3 \rightarrow 1W$

سرعت دوم

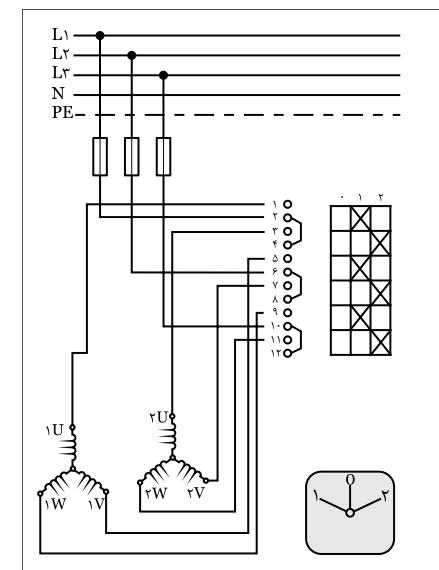
$L_1 \rightarrow 2U$
 $L_2 \rightarrow 2V$
 $L_3 \rightarrow 2W$

شکل (۱-۱۷۷)

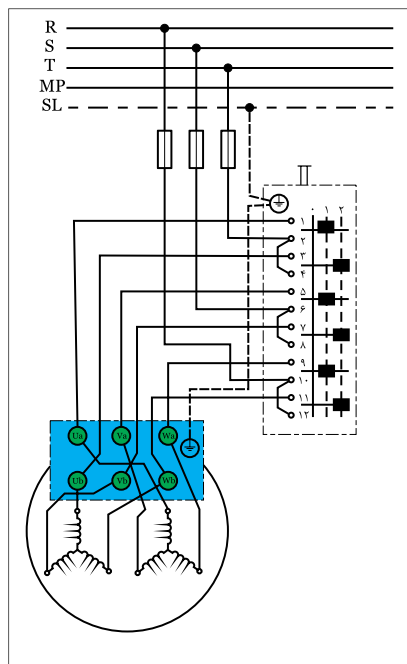
در شکل (۱-۱۷۶) تصویر واقعی یک موتور سه فاز دو سیم پیچ جداگانه مشاهده می کنید.

شکل (۱-۱۷۷) خلاصه ای از نحوه اتصال موتور دو سرعت سیم پیچ جداگانه را نشان می دهد.

در تصاویر شکل (۱-۱۷۸) مدار مربوط به چگونگی اتصال کلیدهای زبانهای خاص این نوع موتورها در دو استاندارد IEC و VDE به همراه شمای فنی (تک خطی) مدار آنها نشان داده شده است.

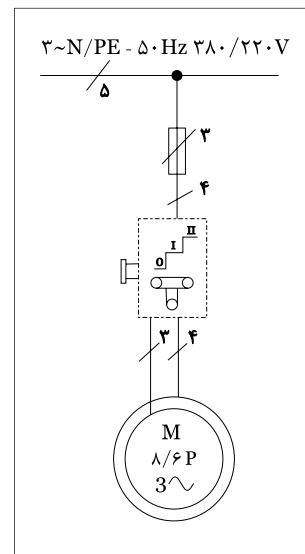


الف) شمای حقیقی اتصال موتور سیم پیچ جداگانه دو سرعت در استاندارد IEC



ب) راه اندازی موتور با دو سیم پیچ جدا دو سرعت با اتصال ستاره در استاندارد VDE

شکل (۱-۱۷۸)



ج) شمای فنی موتور دو سرعت با دو سیم پیچ جدا

در شکل (۱-۱۷۹) تصویر واقعی یک نمونه کلید زبانهای موتور دو سرعت سیم پیچ جداگانه نشان داده شده است.



شکل (۱- ۱۷۹)



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

۲۵-۱ کار عملی (۹)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون دو سرعته با سیم پیچ جداگانه

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M _۱	
۱ عدد	Q _۱	
۱ عدد	F _۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تئوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۲۵-۱ - مراحل اجرای کار

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.



شکل (۱-۱۸۰)



شکل (۱-۱۸۱)

سه فاز L_1, L_2, L_3 ، را به داخل کلید وصل و ضمناً پیچ‌های $1U, 1V, 1W$ و $2U, 2V, 2W$ تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ۱ و سپس در حالت ۲ قرار داده و وضعیت کارکرد موتور را مشاهده کنید.

کلید را در حالت ۰ قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت ۰) کنید.

مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول (۱-۱۹) بنویسید.

جدول ۱-۱۹

مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸

۱-۲۶ - کلید زبانهای موتور سه فاز دو سرعت دالاندر

موتور سه فاز دالاندر یک موتور سه فاز دو سرعتی است که نسبت

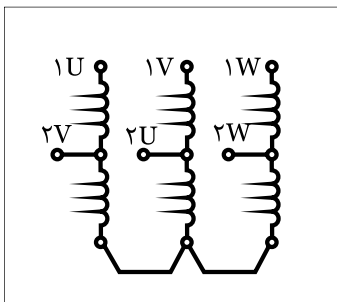
سرعت‌های آنها $\frac{1}{2}$ است. یعنی سرعت کم این موتورها نصف سرعت زیاد

آنها است. در این موتورها برای رسیدن به مهم از سه گروه کلاف که دارای

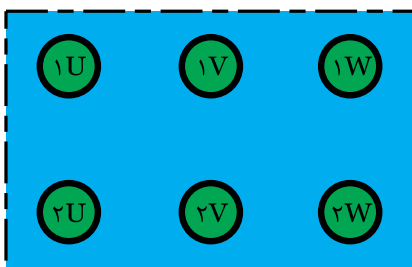
سرسیم‌هایی از نصف کلاف نیز هستند استفاده می‌شود. در شکل (۱-۱۸۲)

کلاف‌های یک موتور سه فاز دالاندر را به همراه حروف اختصاری سرکلاف‌ها

نشان داده شده است.



شکل (۱-۱۸۲)



شکل (۱-۱۸۳)

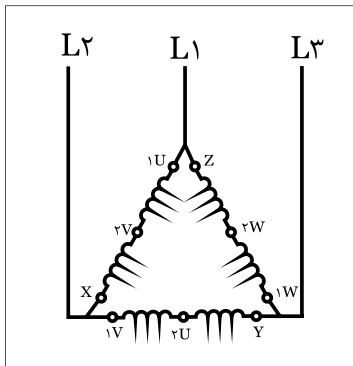
سرسیم‌های موتور دالاندر روی تخته کلم موتور بصورت شکل (۱-۱۸۳)

است. حروف بکار رفته به همراه رقم (۱) مربوط به دور کند و حروف با رقم (۲)

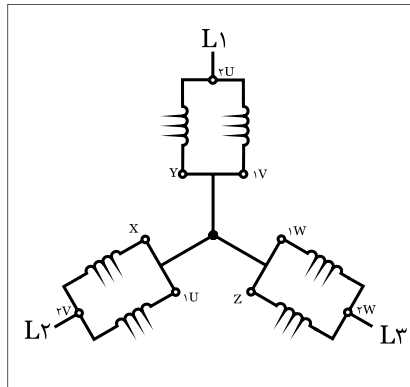
نشان داده شده است.

در موتورهای والاندر از یک گروه کلاف برای دو منظور استفاده شده و نحوه اتصال آن شرایط خاصی دارد.

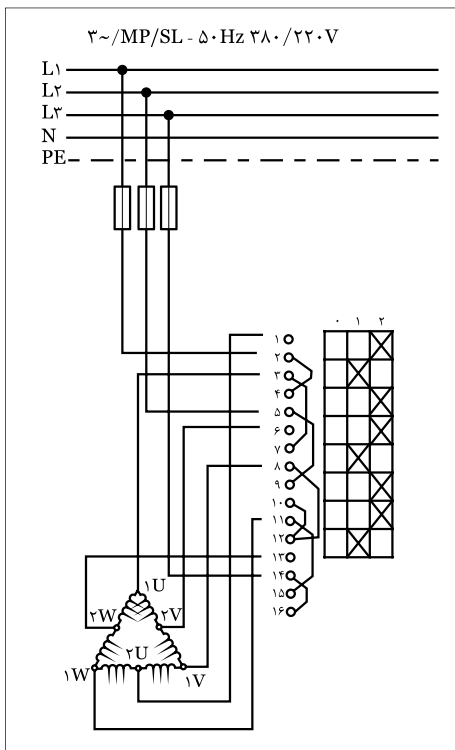
شکل (۱-۱۸۴) چگونگی اتصال کلاف‌های موتور دالاندر در شرایط دور کند که تحت عنوان "اتصال مثلث سری" معروف است را نشان می‌دهد. نحوه اتصال کلاف‌های موتور دالاندر در شرایط دور تند که بنام "اتصال ستاره موازی" یا "ستاره دوبل" معروف است را در شکل (۱-۱۸۵) مشاهده می‌نمائید.



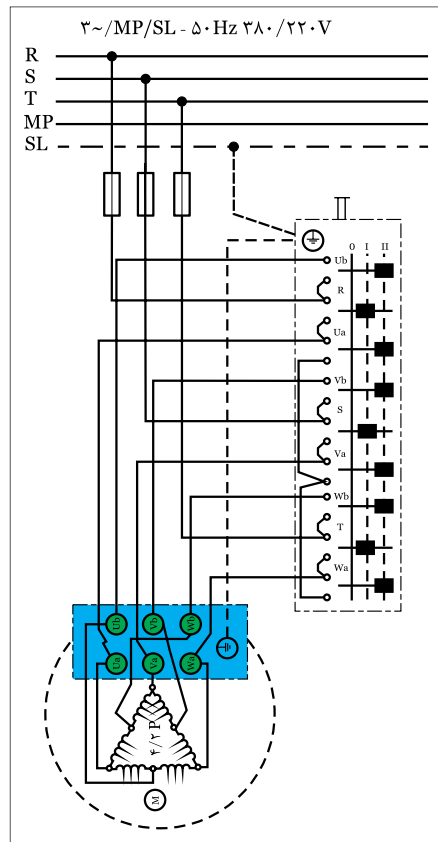
شکل (۱-۱۸۴)



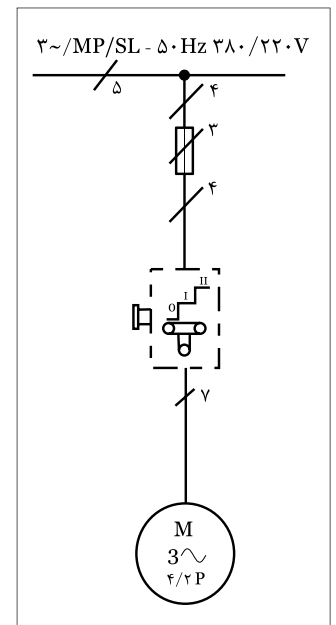
شکل (۱-۱۸۵)



الف) شمای حقیقی مدار دالاندر در استاندارد IEC



ب) شمای فنی مدار دالاندر در استاندارد VDE



ج) شمای حقیقی مدار دالاندر در استاندارد VDE

شکل (۱-۱۸۶)



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

۲۷-۱ کار عملی (۱۰)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون دو سرعته دلاندر

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M _۱	
۱ عدد	Q _۱	
۱ عدد	F _۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز ، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱-۲۷-۱ - مراحل اجرای کار

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.

سه فاز L1، L2، L3 را به داخل کلید وصل و ضمناً پیچ‌های 1U، 1V، 1W و 2U، 2V، 2W تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید.

فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ۱ و سپس در حالت ۲ قرار داده و وضعیت کارکرد موتور را مشاهده کنید.

کلید را در حالت 0 قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت 0) کنید.

مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول (۱-۲۰) بنویسید.



شکل (۱-۱۸۷)



شکل (۱-۱۸۸)

جدول ۱-۲۰

مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸

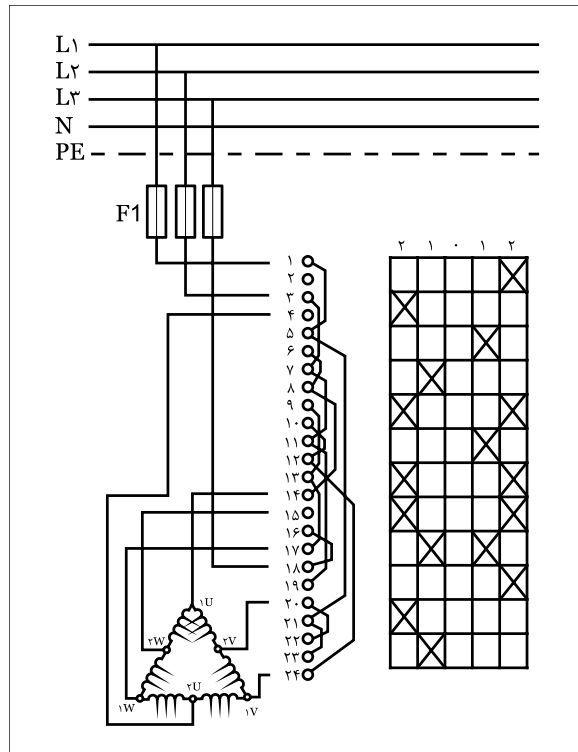
۱-۲۸ - کلید زبانه‌ای دالاندر چپگرد - راستگرد

در مباحث گذشته با اصول کار و همچنین نحوه عملکرد دالاندر و همچنین کلید چپگرد - راستگرد بصورت مستقل آشنا شده‌اید.

در گذشته برای اینکه یک موتور دالاندر بصورت چپگرد یا راستگرد نیز کار کند از این دو کلید بصورت مستقل و دنبال هم (بصورت

سری) استفاده می‌شد. اما در حال حاضر که کلیدهای دالاندر چپگرد - راستگرد موجود می‌باشد ضرورتی برای وصل مدار به آن صورت نیست.

در شکل (۱-۱۸۹) نقشه کلید دالاندر چپگرد - راستگرد را مشاهده می‌کنید. همانگونه که مشاهده می‌کنید این کلید دارای ۵ حالت می‌باشد.



شکل (۱۸۹ - ۱)

دو وضعیت دور کند و دور تند در حالت راستگرد (حالت ۱) و دو وضعیت کند و تند در حالت چپگرد (حالت ۲) و یک حالت خاموش (حالت ۰) در بین این دو حالت است.

حالت راستگرد (۱)	
دور کند	دور تند
$L_1 \rightarrow 1U$	$L_1 \rightarrow 2U$
$L_2 \rightarrow 1V$	$L_2 \rightarrow 2V$
$L_3 \rightarrow 1W$	$L_3 \rightarrow 2W$
$\left. \begin{matrix} 2U \\ 2V \\ 2W \end{matrix} \right\}$ باز هستند	$\left. \begin{matrix} 1U \\ 1V \\ 1W \end{matrix} \right\}$ به یکدیگر وصل می‌شوند.

شکل (۱۹۰ - ۱)

حالت چپگرد (۲)	
دور کند	دور تند
$L \rightarrow 1U$	$L \rightarrow 2U$
$L \rightarrow 1V$	$L \rightarrow 2V$
$L \rightarrow 1W$	$L \rightarrow 2W$
$\left. \begin{matrix} 2U \\ 2V \\ 2W \end{matrix} \right\}$ باز هستند	$\left. \begin{matrix} 1U \\ 1V \\ 1W \end{matrix} \right\}$ به یکدیگر وصل می‌شوند.

شکل (۱۹۱ - ۱)



ساعات آموزشی

جمع

عملی

نظری

۲۹-۱ کار عملی (۱۱)



هدف: راه اندازی موتور سه فاز آسنکرون دو سرعته دالاندر به صورت چپگرد- راستگرد

وسایل و تجهیزات مورد نیاز: برای اجرای کارهای عملی از جدول ابزارها به همراه وسایل معرفی شده در جدول زیر استفاده کنید.

تعداد	حرف مشخصه	نام وسایل و ابزار
۱ عدد	M۱	
۱ عدد	Q۱	
۱ عدد	F۱	

اجرای هر کار عملی نیاز به تنوری هایی در ارتباط با عملیات کارگاهی دارد. در هر کار عملی متناسب با نیاز، مدت زمانی به آن اختصاص می یابد. این زمان عملاً جزء ساعات کار عملی محسوب شده است.

۱- ۲۹- ۱ - مراحل اجرای کار

مطابق الگوهای داده شده در مجموعه کارهای قبلی ابتدا فیوز سپس کلید و در خاتمه ترمینال را روی تابلو نصب نموده و با بهره گیری از نقشه اتصال کلید مدار مورد نظر را وصل کنید.



شکل (۱-۱۹۲)



شکل (۱-۱۹۳)

جدول ۱-۲۱

مشخصات	نام وسیله یا قطعه	ردیف
		۱
		۲
		۳
		۴
		۵
		۶
		۷
		۸

سه فاز L_1 ، L_2 ، L_3 را به داخل کلید وصل و ضمناً پیچ‌های $1U$ ، $1V$ ، $1W$ و $2U$ ، $2V$ ، $2W$ تخته کلم موتور را به پیچ‌های هم نام آنها در کلید اتصال دهید. فیوز مینیاتوری مدار را وصل کرده و ابتدا کلید را در حالت ۱ و سپس در حالت ۲ قرار داده و وضعیت کارکرد موتور را مشاهده کنید. کلید را در حالت ۰ قرار داده و فیوز را نیز قطع (حالت ۰) کنید. مشخصات وسایل بکار رفته در مدار را در جدول (۱-۲۱) بنویسید.

۱- ۳۰ - مشخصه‌های کلیدهای دستی

امروزه در کنار نقشه حقیقی کلیدها یا کاتالوگ‌ها و حتی روی قاب و بدنه آنها از یکسری علائم که نشان دهنده کاربرد و نحوه عملکرد آن می‌باشد استفاده می‌شود. جدول (۱-۲۲) تصویری از چند نمونه کلید بهمراه زمینه کاربردی آنها را نشان می‌دهد.

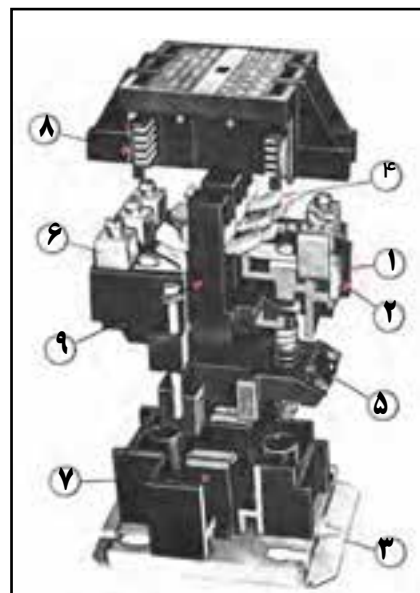
جدول ۱-۲۲

نام کلید	
قطع و وصل ساده (۰-۱)	
معکوس کننده‌ی جهت گردش موتور (چپ‌گرد، راست‌گرد) (۱-۰-۲)	
ستاره- مثلث (Δ - \star)	
ستاره - مثلث، چپ‌گرد، راست‌گرد (Δ - \star - \circ - \star - Δ)	
چند سرعت (۱-۲ - دو سرعت) و (۳-۲-۱ - سه سرعت)	
راه‌اندازی موتورهای تک فاز	
انتخاب کننده فاز (برای دستگاه‌هایی اندازه‌گیری - مانند کلید ولت‌متر)	

۳۱-۱- آشنایی با کنتاکتور، شستی استپ و استارت

۳۱-۱-۱- کنتاکتور

در تقسیم‌بندی کلیدها، کنتاکتور به‌عنوان یک کلید مرکب معرفی شد چرا که فرمان قطع و وصل آن به کمک انرژی واسطه‌ای به نام الکتروسیسته انجام می‌شود. به عبارت دیگر کنتاکتور را می‌توان یک کلید الکترومغناطیسی تعریف کرد. ساختمان داخلی کنتاکتور از یک سیم‌پیچ یا هسته مغناطیسی تشکیل می‌شود. هسته مغناطیسی دو تکه است. روی قسمت ثابت بوبین نصب می‌شود. قسمت دیگر متحرک است و توسط فنرهای از قسمت ثابت جدا نگه داشته می‌شود. روی بدنه کنتاکتور تعدادی ترمینال و کنتاکت به طور ثابت قرار می‌گیرد. بر روی هسته متحرک نیز تعدادی تیغه نصب می‌شود. این تیغه‌ها می‌توانند کنتاکت‌ها را وصل یا قطع کنند.



شکل (۱۹۴-۱)

۳۱-۱-۲- طرز کار کنتاکتور

وقتی بوبین کنتاکتور تحریک یعنی به ولتاژ نامی وصل شود، هسته آن مغناطیس می‌شود و بخش ثابت هسته، بخش متحرک را به سمت خود جذب می‌کند و کنتاکت‌های متحرک ارتباط الکتریکی بین کنتاکت‌های ثابت دو طرف کنتاکتور را برقرار می‌سازد یا این ارتباط را قطع می‌کند. در این شرایط فنرهای که در زیر هسته متحرک قرار دارند فشرده شده و آماده می‌مانند تا هنگام قطع تغذیه بوبین قسمت متحرک را به جای اول خود بازمی‌گردانند. در نتیجه ارتباط الکتریکی بین کنتاکت‌های ثابت با جابه‌جا شدن کنتاکت‌های متحرک قطع یا مجدداً وصل می‌شود.

شکل ۱۹۴-۱ تصویر یک کنتاکتور را به همراه اجزای تشکیل‌دهنده آن نشان می‌دهد. در شکل‌های ۱۹۵-۱ و ۱۹۶-۱ مراحل باز کردن یک مدل کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.

در کنتاکتورها دو نوع کنتاکت پیش‌بینی شده است. برخی از آن‌ها در حالت خاموش کنتاکتور، قطع هستند که اصطلاحاً به آن‌ها کنتاکت‌های باز (NO)^۱ یا بسته‌شونده و یک سری از کنتاکت‌ها نیز در حالت خاموش کنتاکتور وصل هستند که اصطلاحاً به آن‌ها کنتاکت‌های بسته یا باز شونده (NC)^۲ می‌گویند.

در شکل ۱۹۷-۱ قسمت‌های متحرک هسته کنتاکتور را مشاهده می‌کنید.

شکل ۱۹۸-۱ اجزای کنتاکتور باز شده را نشان می‌دهد.

مشخصات کنتاکتور

- ۱- حامل کنتاکت‌های ثابت (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد)
- ۲- ترمینال
- ۳- صفحه فلزی انتهایی برای نصب قسمت‌های ثابت روی آن
- ۴- کنتاکت‌های ثابت و متحرک (این کنتاکت‌ها باید در یک خط قرار گرفته و از پوشش اکسید نقره به‌منظور بالا بردن ضریب اطمینان در مقابل کار زیاد، در روی آن‌ها استفاده شود).
- ۵- بوبین کنتاکتور (در این کنتاکتور این بوبین طوری ساخته شده که در مقابل عوامل جوی و نیروهای مکانیکی، مقاوم باشد).
- ۶- ترمینال‌های ورودی و خروجی (این ترمینال‌ها طوری طراحی می‌شوند که به راحتی قابل دسترسی باشند).
- ۷- سیستم هسته آهنی ثابت و متحرک
- ۸- قسمت کنترل جرعه (این قسمت باید دارای مقاومت زیاد در برابر گرمای حاصل از جرعه ایجاد شده در هنگام قطع کنتاکتور باشد).
- ۹- حامل کنتاکت‌های متحرک (این قسمت باید دارای درجه عایقی مناسبی باشد).

۱ - NO - Normally Open

۲ - NC - Normally Close



شکل (۱-۱۹۵)



شکل (۱-۱۹۶)



شکل (۱-۱۹۷)



شکل (۱-۱۹۸)

شکل‌های ۱-۱۹۹ و ۱-۲۰۰ تصویر چند نمونه کنتاکتور را نشان می‌دهد. بوبین کنتاکتورها برای تغذیه با ولتاژ متناوب (AC) و ولتاژ مستقیم (DC) ساخته شده‌اند. در صورت تغذیه‌ی بوبین کنتاکتور با ولتاژ متناوب قسمت متحرک، تحت تأثیر نیروی مغناطیسی ایجاد شده، جذب قسمت ثابت می‌شود. این نیرو دارای مقداری متغیر است.

زمانی که این نیرو کم‌تر از نیروی مقاوم فنر باشد قسمت متحرک از قسمت ثابت جدا می‌شود و با افزایش مقدار نیرو و غلبه بر نیروی مقاوم، فنر به جای اول خود باز می‌گردد.

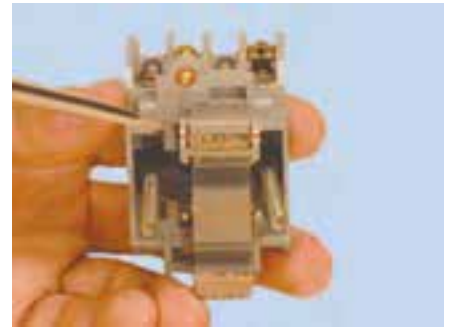


شکل (۱-۱۹۹)



شکل (۱-۲۰۰)

این رفت و برگشت‌های متوالی خیلی سریع صورت می‌گیرد. در نتیجه بین دو قسمت ثابت و متحرک هسته سروصدا و لرزش ایجاد می‌کند. برای رفع سر و صدا و لرزش، در کف قطب قسمت ثابت از یک حلقه‌ی اتصال کوتاه استفاده می‌کنند. در اثر القاء، در این حلقه‌ها جریان به وجود می‌آید. جریان حلقه‌ها میدان مغناطیسی ایجاد می‌کنند. این میدان مغناطیسی به کمک میدان اصلی می‌آید و باعث می‌شود تا نیروی مغناطیسی همیشه از نیروی مقاوم فنرها بیش تر باشد و به این ترتیب از لرزش هسته جلوگیری می‌شود.



شکل (۱-۲۰۱)

در صورتی که بوبین کنتاکتور برای تغذیه با ولتاژ مستقیم (DC) طراحی شده باشد، نیروی مغناطیسی ایجاد شده در هسته دارای مقدار ثابت است و نیازی به تعبیه‌ی حلقه‌ی اتصال کوتاه در کف قطب هسته نیست ولی پس از وصل باید یک مقاومت با بوبین سری شود تا از سوختن آن جلوگیری کند.



شکل (۱-۲۰۲)

در شکل‌های ۱-۲۰۱ و ۱-۲۰۲ چگونگی قرار گرفتن حلقه‌های اتصال کوتاه روی هسته‌ی ثابت و متحرک کنتاکتور مشاهده می‌کنید.

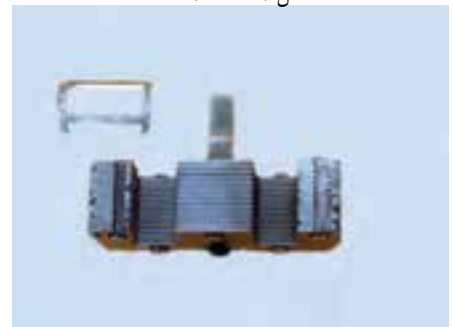


شکل (۱-۲۰۳)

۳- ۳۱- ۱- مزایای استفاده از کنتاکتورها نسبت به کلیدها

- قابلیت تعداد دفعات قطع و وصل زیاد (عمر مکانیکی زیاد)
- امکان صدور فرمان از چند محل
- داشتن قابلیت طراحی مدارهای فرمان اتوماتیک
- بالا بودن سرعت قطع و وصل
- جلوگیری از راه‌اندازی ناخواسته دستگاه‌ها پس از قطع برق
- امکان کنترل از راه دور
- تفکیک مدار فرمان از مدار جریان‌رسان به مصرف‌کننده (مدار قدرت)
- داشتن درجه‌ی ایمنی بیش تر

شکل ۱-۲۰۵ سه مدل مختلف کنتاکتور را نشان می‌دهد.



شکل (۱-۲۰۴)

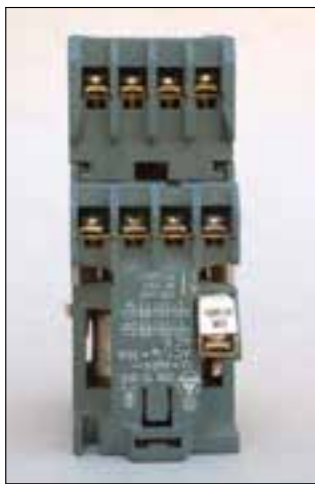
پلاک مشخصات کنتاکتور: بر روی بدنه‌ی کنتاکتورها یک سری مشخصات به صورت برجسته یا به صورت کلیشه نوشته می‌شود. نمونه‌هایی از این‌ها در شکل‌های ۱-۲۰۶، ۱-۲۰۷ و ۱-۲۰۸ نشان داده شده است.

این مشخصات عبارتند از:

ولتاژ عایقی نامی (U_i): میزان استحکام عایقی تضمین شده توسط شرکت سازنده برای قسمت‌های تحت ولتاژ است.



شکل (۱-۲۰۵)



شکل (۲۰۶-۱)

ولتاژ کارنامی (U_e): ماکزیمم ولتاژ قابل تحمل بین کنتاکت‌های ثابت و متحرک هنگام قطع و وصل را گویند.

ولتاژ نامی بوبین (U_i): ولتاژی که بوبین با آن کار می‌کند یا به عبارتی ولتاژ تغذیه‌ی بوبین کنتاکتور را گویند.

جریان نامی (I_e): جریانی که مجاز است از کنتاکت‌های قدرت کنتاکتور عبور کند.

جریان مجاز (I_{th2}): جریان مجازی که کنتاکتور می‌تواند تحمل کند به طوری که در زمان نامحدود و بدون قطع و وصل کار کند.

جریان مجاز (I_{th1}): جریان مجاز عبوری از کنتاکتور به ازای یک بار قطع و وصل در هفته را گویند.

جریان مجاز (I_{th}): جریان مجاز عبوری از کنتاکتور برای یک بار قطع و وصل در یک شیفت کاری است.

طول عمر: در کلیدها طول عمر مکانیکی بر مبنای تعداد دفعات قطع و وصل آن‌ها بیان می‌شود. به همین منظور از یک حرف و یک عدد به عنوان ضریب استفاده می‌شود. جدول ۲۳-۱ حروف اختصاری و مفهوم هر یک را نشان می‌دهد. مثلاً $D3$ به معنی طول عمری برابر ۳ مرتبه قطع و وصل است.

جدول ۲۳-۱

حرف اختصاری	A	B	C	D	E	F
ضریب	۱۰ ^۳	۱۰ ^۴	۱۰ ^۵	۱۰ ^۶	۱۰ ^۷	۱۰ ^۸



شکل (۲۰۷-۱)



شکل (۲۰۸-۱)

۴-۳۱-۱- طبقه‌بندی کاربرد کنتاکتورها: در انتخاب یک کنتاکتور علاوه بر جریان نامی، جریان راه‌اندازی، نوع جریان و نوع مصرف کننده به استحکام پلاتین‌ها نیز می‌بایست توجه داشت. شکل‌های ۲۰۹-۱ و ۲۱۰-۱ تصاویر نمونه‌های مختلفی از پلاتین کنتاکتورها با جریان‌های قابل تحمل مختلف نشان می‌دهد.



شکل (۲۰۹-۱)



شکل (۲۱۰-۱)

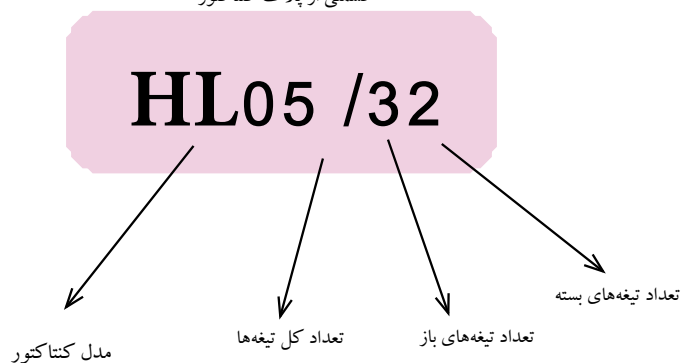
جدول ۱-۲۴ طبقه‌بندی کاربردی کنتاکتور با توجه به نوع جریان آن‌ها را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۲۴

مثال برای مورد استفاده		علامت طبقه‌بندی	نوع جریان
بار غیراندوکتیو - بار با اندوکتیویته ضعیف - گرم کن برقی		AC1	جریان متناوب
راه‌اندازی موتور	بدون ترمز جریان مخالف	AC2	
سیم‌پیچی	با ترمز جریان مخالف	AC2'	
راه‌اندازی موتور	قطع موتور در هنگام کار	AC3	
آسنکرون روتور	برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم - ترمز با جریان مخالف - تغییر جهت موتور در حال کار	AC4	
کنتاکتور کمکی	کوپل مغناطیسی	AC11	
بار غیراندوکتیو - بار با اندوکتیویته ضعیف - گرم کن برقی		DC1	جریان مستقیم
راه‌اندازی موتور شنت	قطع موتور در هنگام کار	DC2	
برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم - ترمز با جریان مخالف - تغییر جهت موتور در حال کار		DC3	
راه‌اندازی موتور سری	قطع موتور در هنگام کار	DC4	
برای تعداد دفعات قطع و وصل زیاد با فواصل زمانی کم - ترمز با جریان مخالف - تغییر جهت موتور در حال کار		DC5	
کنتاکتور کمکی	کوپل مغناطیسی	DC11	

۵ - ۳۱ - ۱ - تعداد تیغه‌های کنتاکتور: تعداد تیغه‌ها معمولاً به کمک دو عدد که به واسطه‌ی یک علامت (/) از هم جدا شده‌اند بیان می‌شوند. عدد سمت چپ، تعداد کل تیغه‌های کنتاکتور و عدد سمت راست که اغلب دورقمی است تعداد تیغه‌های بسته و باز کنتاکتور را به این صورت نشان می‌دهند. عدد دهگان نشان‌دهنده‌ی تعداد تیغه‌های باز و عدد یکان نشان‌دهنده‌ی تعداد تیغه‌های بسته است (شکل ۱-۲۱۱).

قسمتی از پلاک کنتاکتور



شکل ۱-۲۱۱






جدول ۱-۲۵

VDE- DIN	نرم آلمانی
UTE-NF	نرم فرانسوی
B.S	نرم انگلیسی
G.S.A	نرم کانادایی
I.E.C	نرم کمیسیون بین‌المللی الکترونیک


۶-۳۱-۱-نُرم (استاندارد) کنتاکتوره ساخت کنتاکتورها براساس

استاندارد مشخص صورت می‌پذیرد از جمله‌ی این استانداردهای مهم می‌توان به موارد جدول ۱-۲۵ اشاره کرد.

کنتاکتورها دارای مشخصات دیگری نیز هستند که اغلب در کاتالوگ مشخصات آن‌ها ارائه می‌شود. در شکل‌های ۱-۲۱۲ و ۱-۲۱۳ دو نمونه جدول مشخصات کنتاکتورهایی از کارخانجات مختلف ارائه شده است.

TYPE C TRIPLE POLE BLOCK CONTACTORS						
تعداد تیغه‌های اصلی		3	3	3	3	3
تعداد تیغه‌های کمکی		1N/O	1N/O+1N/C	1N/O+1N/C	2N/O+2N/C	2N/O+2N/C
جریان بر حسب آمپر						
ماکزیمم جریان عبوری در دمای ۴۰° C برای انواع مختلف	AC-1 & 1th.	20A	20A	25A	32A	50A
	AC-3 le	12A	12A	16A	22A	35A
	220V	9A	9A	12A	20A	32A
	440V 550V	7A	7A	8.5A	17A	24A
		0.29	0.32	0.32	0.56	0.95

شکل (۲۱۲-۱)



AC-3	AC-4	AC-5	AC-6	AC-7	AC-8	AC-9	AC-10	AC-11	AC-12	AC-13	AC-14	AC-15	AC-16	AC-17	AC-18	AC-19	AC-20	AC-21	AC-22	AC-23	AC-24	AC-25	AC-26	AC-27	AC-28	AC-29	AC-30	
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

شکل (۲۱۳-۱)

توضیح:



برخی مواقع تعداد کنتاکت‌های باز و بسته‌ی موجود روی کنتاکتور مورد نظر برای اتصال مدار به اندازه‌ی کافی نیست در این صورت می‌توان با نصب تیغه‌های کمکی که بر روی کنتاکتور قرار می‌گیرند تعداد تیغه‌های باز و بسته را افزایش داد. شکل‌های ۱-۲۱۴ و ۱-۲۱۵ کنتاکتورهای مخصوصی که روی آن‌ها اهرم‌های قفل‌شدن وجود دارد و مجموعه‌ی تیغه‌های کمکی را نشان می‌دهد.

شکل ۱-۲۱۶ نحوه‌ی قرار دادن تیغه‌های کمکی (کنتاکتور کمکی) بر روی کنتاکتور اصلی را نشان می‌دهد.

برای جلوگیری از استهلاک و خرابی پیچ‌های کنتاکتورها از فیش‌های ثابتی که قابلیت نصب در زیر پیچ‌های کنتاکتور را دارند می‌توان استفاده کرد. (شکل ۱-۲۱۷). برای انتخاب کنتاکتور مناسب جهت راه‌اندازی موتور سه‌فاز روتور قفس می‌بایست علاوه بر جدول ۱-۲۴ به موارد دیگری مانند ولتاژ، فرکانس کار و قدرت موتور توجه شود. جدول ۱-۲۶ یک نمونه جدول انتخاب کنتاکتور را نشان می‌دهد. در این جدول به ازای توان‌های مختلف در شبکه‌ی سه‌فاز کنتاکتورهای گوناگونی توصیه شده است. نوع آن‌ها را با توجه به راهنمای سمت چپ جدول می‌توان تشخیص داد.

جدول ۱-۲۶- انتخاب کنتاکتور برای موتورهای روتور قفسی

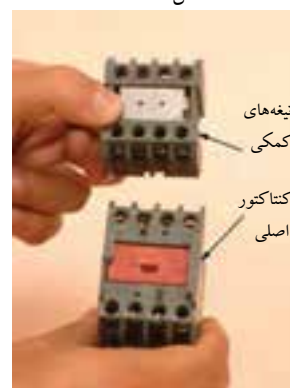
کیلو وات		اسب		۵۰-۶۰ سیکل			جریان سه فاز	
حداقل	حداکثر	حداقل	حداکثر	۲۰۰ولت	۳۸۰ولت	۴۴۰ولت	۵۰۰ولت	۶۶۰ولت
۰/۱	۲/۲	۰/۱۳	۳					
۲/۳	۳	۳/۱	۴					
۳/۱	۴	۴/۱	۵/۵					
۴/۱	۵/۵	۵/۶	۷/۵					
۵/۶	۷/۵	۷/۶	۱۰					
۷/۶	۹	۱۰/۱	۱۲/۵					
۹/۱	۱۰	۱۲/۶	۱۳/۵					
۱۰/۱	۱۱	۱۳/۶	۱۵					
۱۱/۱	۱۵	۱۵/۱	۲۰					
۱۵/۱	۱۸/۵	۲۰/۱	۲۵					
۱۸/۶	۲۲	۲۵/۱	۳۰					
۲۲/۶	۲۵	۳۰/۱	۳۵					
۲۵/۱	۳۰	۳۵/۱	۴۰					
۳۰/۱	۳۳	۴۰/۱	۴۵					
۳۳/۱	۳۷	۴۵/۱	۵۰					



شکل ۱-۲۱۴



شکل ۱-۲۱۵



تیغه‌های کمکی
کنتاکتور اصلی

شکل ۱-۲۱۶



شکل ۱-۲۱۷

شماره فنی کنتاکتور

LCI D09	
LCI D12	
LCI D16	
LCI D25	
LCI D40	
LCI D63	

قابل قطع در حالت کار عادی (3 AC)
۲۵۰۰۰۰ مرتبه قطع و وصل
با تأیید

IEC 158 UTE-NF C63110 VDE 0660

۳۲ - ۱ - شستی استپ و استارت

در مدارهای صنعتی برای فرستادن فرمان قطع و وصل به کنتاکتورها، از شستی استفاده می‌شود. شستی‌ها کلیدهای لحظه‌ای هستند. با فشار بر آن‌ها کنتاکت‌هایی وصل یا قطع می‌شوند.



شکل (۲۱۸-۱)

شستی استارت (Start) برای وصل یعنی در مدار قرار گرفتن کنتاکتور و شستی استپ (Stop) برای قطع (از مدار خارج کردن) کنتاکتور به کار می‌رود. شکل ۲۱۸-۱ تصویری از چند نمونه شستی استپ و استارت را نشان می‌دهد.



شکل ۲۱۹-۱ نمونه‌هایی از شستی‌های فقط استپ، فقط استارت و دابل را نشان می‌دهد. اصطلاحاً در بازار این نوع شستی‌ها به "نوع قارچی" معروف هستند.



شکل (۲۱۹-۱)

شستی‌های استپ و استارت را به ترتیب با حروف «OFF» و «ON» یا «O» و «» نیز نشان می‌دهند. برخی موارد این شستی‌ها در مجموعه‌هایی بسته‌بندی شده و به صورت یک قاب وجود دارند. در شکل ۲۲۰-۱ نمونه‌هایی از این شستی‌ها را نشان می‌دهد. در برخی موارد بر روی شستی‌ها از اصطلاحات یا علائم خاصی همچون UP (بالا)، Down (پایین)، FORWARD (جلو) و REVERS (عقب) استفاده می‌شود (شکل ۲۲۱-۱).

همچنین در یک سری از شستی‌ها از علائم (فلش‌هایی) به صورت ↗ ↘ ↙ ↚ ↛ ↜ ↞ ↠ ↡ ↢ ↣ ↤ ↥ ↦ ↧ ↨ ↩ ↪ ↫ ↬ ↭ ↮ ↯ ↰ ↱ ↲ ↳ ↴ ↵ ↶ ↷ ↸ ↹ ↺ ↻ ↼ ↽ ↾ ↿ ⇀ ⇁ ⇂ ⇃ ⇄ ⇅ ⇆ ⇇ ⇈ ⇉ ⇊ ⇋ ⇌ ⇍ ⇎ ⇏ ⇐ ⇑ ⇒ ⇓ ⇔ ⇕ ⇖ ⇗ ⇘ ⇙ ⇚ ⇛ ⇜ ⇝ ⇞ ⇟ ⇠ ⇡ ⇢ ⇣ ⇤ ⇥ ⇦ ⇧ ⇨ ⇩ ⇪ ⇫ ⇬ ⇭ ⇮ ⇯ ⇰ ⇱ ⇲ ⇳ ⇴ ⇵ ⇶ ⇷ ⇸ ⇹ ⇺ ⇻ ⇼ ⇽ ⇾ ⇿ ⇿ ← → ↵ ↶ ↷ ↸ ↹ ↺ ↻ ↼ ↽ ↾ ↿ ⇀ ⇁ ⇂ ⇃ ⇄ ⇅ ⇆ ⇇ ⇈ ⇉ ⇊ ⇋ ⇌ ⇍ ⇎ ⇏ ⇐ ⇑ ⇒ ⇓ ⇔ ⇕ ⇖ ⇗ ⇘ ⇙ ⇚ ⇛ ⇜ ⇝ ⇞ ⇟ ⇠ ⇡ ⇢ ⇣ ⇤ ⇥ ⇦ ⇧ ⇨ ⇩ ⇪ ⇫ ⇬ ⇭ ⇮ ⇯ ⇰ ⇱ ⇲ ⇳ ⇴ ⇵ ⇶ ⇷ ⇸ ⇹ ⇺ ⇻ ⇼ ⇽ ⇾ ⇿ ⇿

مختلف استفاده می‌شود.

شستی‌های استپ و استارت دو خانه یا بیش تر و حتی به صورت غیر ساکن (آویز) نیز وجود دارند که بیش تر در کارخانجات و برای موارد متحرک همچون جرثقیل‌های سقفی کاربرد دارند. شکل ۲۲۱-۱ نمونه‌هایی از این شستی‌ها را نشان می‌دهد.



شکل (۲۲۰-۱)



شکل (۲۲۱-۱)

در کنار حروف و یا اعدادی که برای بیان شرایط کاری شستی‌ها به کار می‌روند از شستی‌های رنگی مختلف برای نشان دادن وضعیت کاری نیز استفاده می‌شود. شکل ۱-۲۲۲ یک نمونه از جدول کاتالوگ شستی‌ها را نشان می‌دهد. در صورت افزایش تعداد شستی‌های لازم در مدار، می‌توان مطابق شکل ۱-۲۲۳ از قاب‌هایی با تعداد خانه‌های بیش‌تر نیز استفاده کرد.

نوع شستی	رنگ شستی
یک شستی	سبز
	قرمز
	قرمز
دو شستی	سبز
	قرمز

شکل ۱-۲۲۲



شکل ۱-۲۲۳



شکل ۱-۲۲۴

در جدول مربوط به کاتالوگ شستی‌ها و یا روی بدنه‌ی آن‌ها برای بیان تعداد و نوع تیغه‌های موجود در شستی از حروف اختصاری به همراه یک عدد استفاده می‌شود که مفهوم آن چنین است.

۱NC - یک تیغه‌ی بسته

۱NO - یک تیغه‌ی باز

۱NC+۱NO - یک تیغه‌ی باز و یک تیغه‌ی بسته

شکل ۱-۲۲۵ ضمن نمایش شستی‌های مختلف این مطلب را بیان می‌کند.

نوع	رنگ	کد، نوع و تعداد تیغه‌ها
	●	CA-P1 (INO)
	●	CA-P2 (INC)
	●	CA-P11 (INO+INC)
	●	CA-PF1 (INO)
	●	CA-PF2 (INC)
	●	CA-PF11 (INO+INC)
	●	CA-PM1 (INO)
	●	CA-PM2 (INC)
	●	CA-PM11 (INO+INC)
	●	CA-PL1 (INO)
	●	CA-PL2 (INC)
	●	CA-PL11 (INO+INC)
	●	CA-PLM1 (INO)
	●	CA-PLM11 (INO+INC)

شکل ۱-۲۲۵

۳۳- ۱- کلید سوئیچ

کلیدهای قفل شونده (کلید سوئیچ‌ها) از نظر ساختمان داخلی، شبیه شستی‌ها هستند با این تفاوت که آن‌ها را می‌توان توسط یک سوئیچ قفل کرد. برای وصل مجدد نیاز به قرار دادن سوئیچ و باز کردن قفل است. از این کلیدها زمانی استفاده می‌شود که بخواهیم درجه حفاظت را افزایش دهیم. در شکل ۱-۲۲۶ نمونه‌هایی از این نوع کلیدها را از نمای روبه‌رو و کنار نشان داده شده است.









شکل ۱-۲۲۶

۳۴- ۱- لامپ سیگنال

لامپ سیگنال یا لامپ خبر در مدارهای فرمان برای نشان دادن وضعیت‌های کاری و یا خاموش بودن مصرف‌کننده‌های برق‌دار و یا بدون برق بودن تابلوها و نیز دیده شدن شستی‌ها استفاده می‌شود. این لامپ‌ها در توان‌های کم ۱ تا ۵ وات و در رنگ‌های مختلف (سبز، قرمز، نارنجی و ...) و معمولاً از نوع گازی ساخته می‌شوند. گاز این لامپ‌ها اغلب نئون است. ولتاژ کار برخی از لامپ‌های سیگنال، کم می‌باشد. در چنین مواردی در پشت آن‌ها از یک ترانسفورماتور کاهنده‌ی کوچک استفاده شده است.

شکل ۱-۲۲۷ نمونه‌های مختلفی از لامپ‌های سیگنال را نشان می‌دهد.

مدل و شکل ظاهری	مشخصات و کاربرد	رنگ
	Direct Supply included Bulb Lamp Holder E-10 Neon blub 110V- 440 V	
	Direct Supply included Bulb Lamp Holder BA-9S Neon blub 110V- 440 V	
	Trasformers Type Bulb 6 V E- 100. 15 W	

شکل ۱-۲۲۷

برای تعیین رنگ شستی های فشاری، خبردهنده های لامپی و شستی های لامپ دار به جدول ۱-۲۷ توجه کنید.

جدول ۱-۲۷

رنگ شستی های فشاری		
رنگ		فرمان
سبز		استارت، روشن
قرمز		شستی کوچک: ایست، خاموش شستی بزرگ: خاموش - اضطراری
زرد		شروع به برگشت خارج از جریان معمولی کار یا شروع برای رفع شرایط خطرناک
سفید، آبی و سیاه		هر عملی که هیچ کدام از رنگ های بالا برای آن صادق نیست.
رنگ خبردهنده های لامپی برای نمایش وضعیت کاری		
رنگ		وضعیت کاری
سبز		ماشین آماده شروع به استارت
سفید		بدون معنی خاص، مثلاً ماشین در حال کار
قرمز		وضعیت غیرعادی، خطر، اعلام خطر
زرد		توجه یا احتیاط
آبی		همه کارهایی که هیچ کدام از رنگ های بالا برای آن صادق نیست
رنگ های شستی های لامپ دار		
رنگ	معنی شستی های لامپ دار	کار شستن
سبز	آزاد بودن استارت به کار با روشن شدن شستی	استارت ماشین
سفید	ماشین در حال کار	شروع به کار واحدی از ماشین
قرمز	از شستی های لامپ دار قرمز صرف نظر شود به جای آن از شستی های قرمز فشاری معمولی استفاده شود.	ایست (خاموش - اضطراری نیست)
زرد	توجه یا احتیاط	استارت حرکتی برای رفع شرایط خطرناک
آبی		هر مفهومی که از رنگ های مذکور در بالا استنباط نشود.

۳۶-۱- آشنایی با رله‌های حرارتی و مغناطیسی

۳۶-۱-۱- رله حرارتی

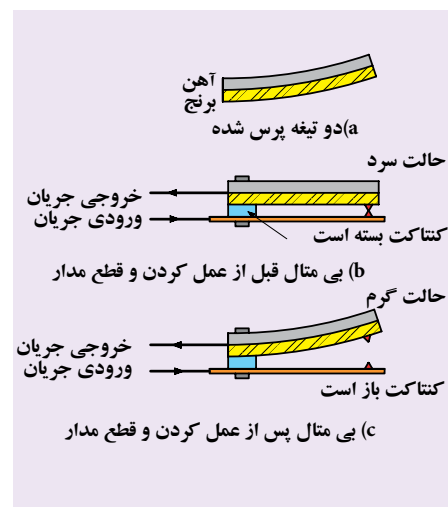
برای حفاظت موتورهای الکتریکی در مقابل اضافه بار (بار زیاد) از رله‌های حرارتی استفاده می‌شود. در شکل ۱-۲۳۵ چند نمونه از این نوع رله‌ها را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۲۳۵

اساس کار این رله‌ها بر پایه‌ی اختلاف ضریب انبساط طولی دو فلز به کار رفته در آن است.

همان‌طور که در شکل ۱-۲۳۶ مشاهده می‌شود در ساختمان داخلی آن‌ها از دو فلز آهن و برنج که بر روی هم پرس شده و به صورت یکپارچه دیده می‌شوند استفاده شده است.



شکل ۱-۲۳۶

بر اثر عبور جریان از بی‌متال، دو فلز گرم می‌شوند و طول آن‌ها افزایش می‌یابد. از آنجایی که ضریب انبساط طولی یکی از فلزات بیش‌تر از دیگری است. دو فلز با هم به سمت فلزی که ضریب انبساط طولی کم‌تری دارد خم می‌شوند. در نتیجه مسیر عبور جریان کنتاکت‌ها باز و مدار قطع می‌شود.

در رله‌های حرارتی، سه تیغه‌ی بی‌متال تعبیه شده که سیم حامل جریان چند حلقه به دور آن پیچیده می‌شود. در اثر عبور جریان اضافه بار، هادی‌ها گرم، حرارت به بی‌متال منتقل می‌شود و باعث خم شدن تیغه می‌شود. حرکت هریک از بی‌متال‌ها به اهرمی فشار می‌آورد و با جابه‌جا شدن اهرم، یک میکروسوییچ که دارای کنتاکت تبدیل باز و بسته است تغییر وضعیت می‌دهد و مدار فرمان را قطع می‌کند.



شکل ۱-۲۳۷

تیغه‌های مدار قدرت با شماره‌های یک‌رقمی از ۱ تا ۶ و ترمینال تیغه‌های فرمان که به صورت دابل (بسته و باز) می‌باشند را با شماره‌های ۹۵ تا ۹۸ مشخص می‌کنند.

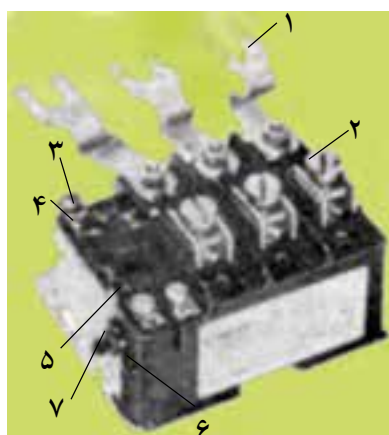
ترمینال‌های مدار قدرت و فرمان بی‌متال را در شکل ۱-۲۳۷ مشاهده می‌کنید.

شکل ۱-۲۳۸ اجزای داخلی یک رله‌ی حرارتی (بی‌متال) را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۲۳۸

۱- در قسمت ۳۲-۱ در باره آن بحث می‌شود.



شکل ۱-۲۳۹ اجزای ظاهری بی متال

- ۱- اتصالی به کنتاکتور
- ۲- اتصالی به موتور
- ۳- ترمینال مشترک مدار فرمان
- ۴- پیچ تنظیم جریان
- ۵- ترمینال باز و بسته مدار فرمان
- ۶- پیچ تغییر وضعیت
- ۷- دکمه اتصال مجدد

شکل ۱-۲۳۹ اجزای خارجی و محل های اتصال آن به مدار را نشان می دهد.

در شکل ۱-۲۴۰ علامت اختصاری بی متال در استانداردهای قدیم و جدید نشان داده شده است.

بر روی بدنه بی متال ها، مشخصات الکتریکی و شماره ی ترمینال های ورودی و خروجی مدار فرمان و قدرت نوشته می شود. به کمک آن ها می توان به محدوده ی جریان نوع مصرف کننده و شماره ترمینال ها پی برد و آن ها را شناسایی کرده در شکل های ۱-۲۴۱ و ۱-۲۴۲ تصویر مشخصات دو نمونه از بی متال ها مشاهده می شود.

ورودی بی متال به صورت میله هایی است که در زیر پیچ های کنتاکتور قرار می گیرند. خروجی آن نیز به صورت ترمینال هایی است که به وسیله ی سیم از آن انشعاب می گیریم.

شکل ۱-۲۴۳-a و ۱-۲۴۳-b نحوه ی قرار دادن بی متال در زیر پیچ های کنتاکتور را نشان می دهد.



شکل ۱-۲۴۱



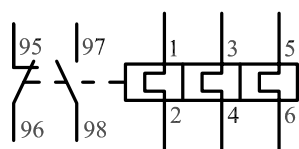
شکل ۱-۲۴۲



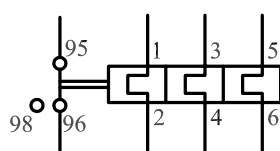
شکل ۱-۲۴۳-a



شکل ۱-۲۴۳-b



(a) شمای جدید بی متال (IEC)



(b) شمای جدید بی متال (VDE)

شکل ۱-۲۴۰

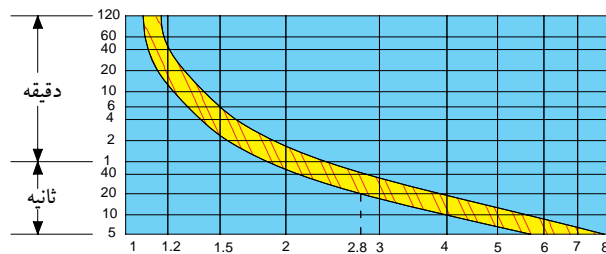
شکل ۱-۲۴۴ چگونگی اتصال رله ی حرارتی در مدارهای سه فاز و تک فاز را نشان می دهد.

از قسمت فرمان رله ی حرارتی و با کمک گرفتن از لامپ سیگنال و یا وسایل خبردهنده ی دیگر همچون بوق یا آژیر برای نشان دادن وضعیت قطع رله در برابر جریان اضافی (اضافه بار) استفاده می شود. شکل ۱-۲۴۵ طراحی و طرز کار این رله ها به گونه ای است که پس از عمل کردن بلافاصله به حالت اول برنمی گردند و در همان شرایط قطع باقی می ماند تا مدار توسط فرد متخصص رفع عیب شود.

پس از برطرف شدن اشکال پیش آمده، برای وصل مجدد رله می‌بایست شستی مخصوص Reset (راه‌اندازی مجدد) را که معمولاً به رنگ آبی، قرمز یا سفید است فشار داد تا به حالت طبیعی (وصل) بازگردد (شکل ۲۴۶-۱).

مشخصات الکتریکی رله‌ی حرارتی

رله‌ی حرارتی دارای ولتاژ و جریان نامی برای اتصال به مدارهای الکتریکی است. برای تنظیم مقدار جریان قابل تحمل برای رله‌ها علاوه بر جریان نامی مصرف‌کننده، مدت زمان تحمل رله در مقابل جریان‌های زیاد نیز مطرح است. هر رله دارای منحنی کار جریان به ازای مدت زمان قابل تحمل خاصی است. در شکل ۲۴۷-۱ یک نمونه‌ی آن مشاهده می‌شود.



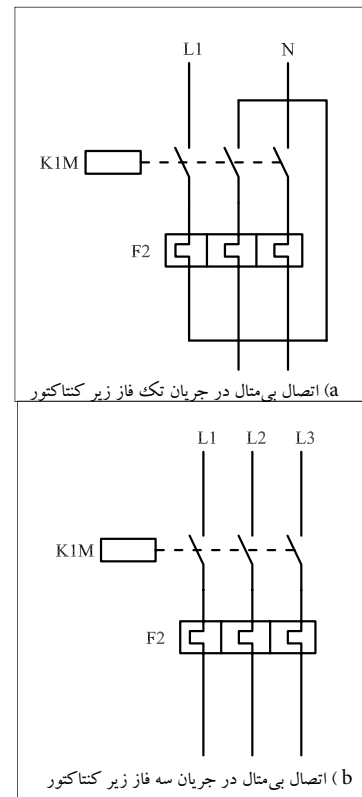
شکل ۲۴۷-۱- مثلاً اگر جریان مصرف‌کننده ۲۸ برابر جریان نامی شد پس از گذشت ۲۰ ثانیه رله، مدار را قطع می‌کند.

جدول ۲۸-۱ مدت زمان قطع رله‌ی حرارتی را در برابر افزایش بار مصرفی نشان می‌دهد.

جدول ۲۸-۱

مدت زمان لازم جهت قطع رله‌ی حرارتی مناسب	مقدار افزایش جریان بار (I_L) نسبت به جریان تنظیمی رله‌ی حرارتی
مدار را قطع نکند	$0 \times I_L$ %
بیش‌تر از ۲ ساعت	$5 \times I_L$ %
کم‌تر از ۲ ساعت	$20 \times I_L$ %
کم‌تر از ۲ دقیقه	$50 \times I_L$ %
کم‌تر از ۵ ثانیه	$600 \times I_L$ %

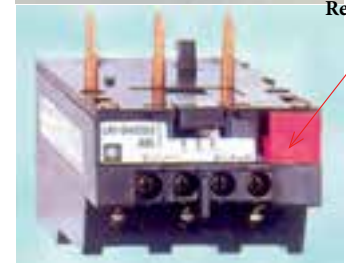
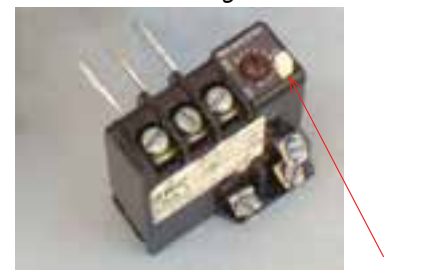
در انتخاب رله‌ی حرارتی (بی‌متالی) برای موتورهای روتور قفسی جدول‌های مختلفی می‌توان استفاده کرد. در این جا دو نمونه جدول‌های ۲۹-۱ و ۳۰-۱ نشان داده شده است.



شکل ۲۴۴-۱



شکل ۲۴۵-۱









شکل ۲۴۶-۱

جدول ۲۹-۱. انتخاب رله‌ی حرارتی (بی‌متال) برای موتورهای روتور قفسی

مشخصات		رله‌ی حرارتی						کامل کردن شماره فنی رله‌ی حرارتی					
قدرت فیوز برحسب متر	محدود تنظیم رله‌ی حرارتی برحسب متر	اندیکس رله	حداقل	حداکثر	جریان سه‌فاز ۵۰-۶۰ سیکل								
					۲۲۰ ولت	۲۸۰ ولت	۴۱۵ ولت	۵۰۰ ولت	۶۶۰ ولت	اسب	کیلووات	قدرت موتور	
۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۱	۰/۱۶	۰/۱۶	304	305	306	306	306	307	۰/۵	۰/۳۷	LR1 D09
۰/۵۰	۰/۲۵	۰/۱۶	۰/۲۵	۰/۲۵	305	306	306	306	306	307	۰/۷۵	۰/۵۵	LR1 D09
۱	۰/۴۰	۰/۲۵	۰/۴۰	۰/۴۰	306	307	307	307	307	306	۱	۰/۷۵	LR1 D09
۱	۰/۶۳	۰/۴۰	۰/۶۳	۰/۶۳	306	307	307	307	307	306	۱/۵	۱/۱	LR1 D09
۲	۱	۰/۶۳	۱	۱	307	308	308	308	308	307	۲	۱/۵	LR1 D09
۲	۱/۶	۱	۱/۶	۱/۶	307	308	308	308	308	308	۳	۲/۲	LR1 D09
۴	۲/۵	۱/۶	۲/۵	۲/۵	308	312	312	312	312	308	۴	۳	LR1 D09
۶	۴	۲/۵	۴	۴	312	314	314	314	314	310	۵/۵	۴	LR1 D09
۸	۶	۴	۶	۶	314	316	316	316	316	312	۷/۵	۵/۵	LR1 D09
۱۲	۸	۵/۵	۸	۸	316	321	321	321	321	314	۱۰	۷/۵	LR1 D09
۱۲	۱۰	۷	۱۰	۱۰	316	321	321	321	321	316	۱۰	۱۳/۵	LR1 D09
۱۶	۱۳	۱۰	۱۳	۱۳	316	322	322	322	321	316	۱۱	۱۵	LR1 D12
۲۰	۱۸	۱۳	۱۸	۱۸	321	322	322	322	321	321	۲۰	۱۵	LR1 D16
۲۵	۲۵	۱۸	۲۵	۲۵	322	322	322	322	322	322	۲۵	۱۸/۵	LR1 D25
۴۰	۳۲	۲۳	۳۲	۳۲	353	355	355	355	353	353	۳۰	۲۲	LR1 D40
۴۰	۴۰	۳۰	۴۰	۴۰	355	357	357	357	353	353	۳۵	۲۵	LR1 D40
۶۳	۵۰	۳۸	۵۰	۵۰	357	359	357	357	355	355	۴۰	۳۰	LR1 D63
۶۳	۵۷	۴۸	۵۷	۵۷	359	361	359	357	355	355	۴۵	۳۳	LR1 D63
۶۳	۶۶	۵۷	۶۶	۶۶	361	361	361	361	357	357	۵۰	۳۷	LR1 D63

شماره فنی رله حرارتی

LR1 D09	
LR1 D12	
LR1 D16	
LR1 D25	
LR1 D40	
LR1 D63	

شماره فنی رله حرارتی را با افزودن ۳ شماره اندیکس کامل نماید. برای مثال؛ برای ۵٫۵ کیلووات ۳۸۰ ولت LR1 - D316 - ۱۲ نارنجی رنگ رله‌های حرارتی مستقیماً روی کنتاکتور نصب می‌شوند. رله‌های حرارتی سری LR3 برای مصرف در مدارهای سه‌فاز نامتعادل به کار می‌رود. مانند گرمکن‌های برقی - روشنایی متفرقه برای مصرف در شبکه ۶۶۰ ولت با ما مشورت فرمایید.

جدول ۳۰-۱

محدوده موتورهای سه‌فاز		جریان تنظیمی		کنتاکتور		وزن برحسب kg		اندازه جریان و مدل فیوز	
50/60 Hz AC3 duty		موتورهای سه‌فاز		کنتاکتور		وزن برحسب kg		اندازه جریان و مدل فیوز	
220V	380V	415V	440V	500V	660V	kg		BS88	
kW	kW	kW	kW	kW	kW	kg		BS88	
hp	hp	hp	hp	hp	hp	kg		BS88	
*	*	*	*	*	*	0,1-0,16	D09 to D32	LR1-D09301A65	0,25 - 2
								0,120	
*	*	*	*	*	*	0,16-0,25	D09 to D32	LR1-D09302A65	0,50 - 2
								0,120	
*	*	*	*	*	*	0,25-0,40	D09 to D32	LR1-D09303A65	1 2 2
								0,120	
*	*	*	*	*	0,37	0,40-0,63	D09 to D32	LR1-D09304A65	1 2 2
					0,5			0,120	
*	*	*	*	0,37	0,55	0,63-1	D09 to D32	LR1-D09305A65	2 4 4
				0,5	0,75			0,120	
*	0,37	*	0,55	0,75	1,1	1-1,6	D09 to D32	LR1-D09306A65	2 4 6
	0,5		0,75	1	1,5			0,120	
0,37	0,75	1,1	1,1	1,1	1,5	1,6-2,5	D09 to D32	LR1-D09307A65	4 6 10
0,5	1	1,5	1,5	1,5	2			0,120	
0,75	1,5	1,5	1,5	2,2	3	2,5-4	D09 to D32	LR1-D09308A65	6 10 16
1	2	2	2	3	4			0,120	
1,1	2,2	2,2	2,2	3	4	4-6	D09 to D32	LR1-D09310A65	8 16 16
1,5	3	3	3	4	5,5			0,120	
1,5	3	3,7	3,7	4	5,5	5,5-8	D09 to D32	LR1-D09312A65	12 20 20
2	4	5	5	5,5	7,5			0,120	
2,2	4	4	4	5,5	7,5	7-10	D09 to D32	LR1-D09314A65	12 20 25
3	5,5	5,5	5,5	7,5	10			0,120	

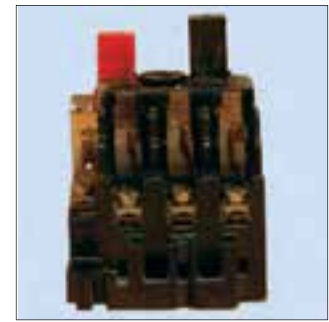
۲-۳۶-۱- رله‌ی مغناطیسی

از جمله وسایلی که مصرف کننده‌های سه فازه را در مقابل اتصال کوتاه حفاظت می‌کند «رله‌ی مغناطیسی» یا «کلید حفاظتی» است. شکل‌های ۱-۲۴۸ و ۱-۲۴۹ نماهای مختلفی از این رله‌ها را نشان می‌دهند.

در شکل ۱-۲۵۰ اجزای داخلی یک رله‌ی مغناطیسی را مشاهده می‌کنید. از جمله خصوصیات این کلیدها آن است که به هنگام بروز هر نوع خطا در مسیر هریک از فازها یا همگی آن‌ها، مدار تمام فازها هم‌زمان قطع می‌شود. کلیدهای مغناطیسی می‌توانند به رله‌ی حرارتی نیز مجهز باشند.

شکل ۱-۲۵۱ تصویر یک رله‌ی مغناطیسی که مجهز به رله‌ی حرارتی نیز می‌باشد همراه شمای مداری آن را نشان می‌دهد. نحوه‌ی عملکرد آن به این صورت است که اگر روی یک موتور اضافه‌بار اتفاق بیافتد جریان بیش‌تری نسبت به جریان نامی موتور از اجزای حرارتی آن عبور می‌کند. در نتیجه عناصر بی‌متالی تغییر فرم می‌دهند و پس از مدتی مدار را قطع می‌کنند.

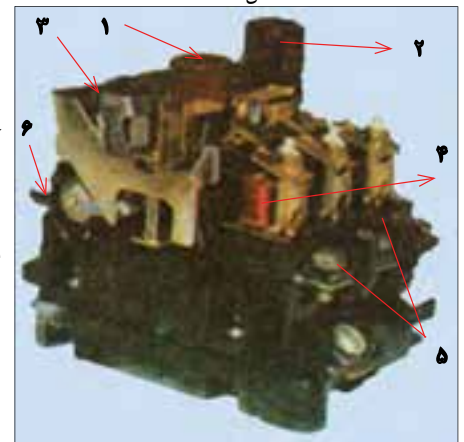
هرگاه اتصال کوتاهی در مدار روی دهد جریان زیادی از بوبین حفاظت کننده عبور می‌کند و فوران زیادی را در اطراف آن به وجود می‌آورد و در نتیجه اهرم آهنی را به طرف خود جذب می‌کند و سبب قطع کلید می‌شود. رله‌های مغناطیسی در رنج‌های استاندارد شده‌ای از میلی‌آمپر تا کیلوآمپر ساخته می‌شوند.



شکل ۱-۲۴۸

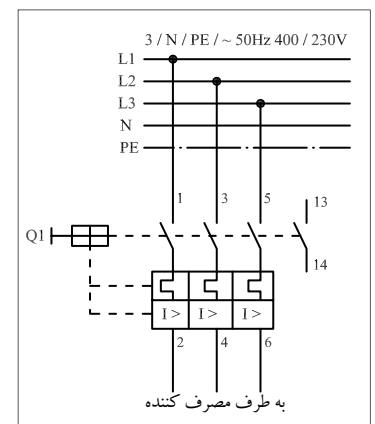
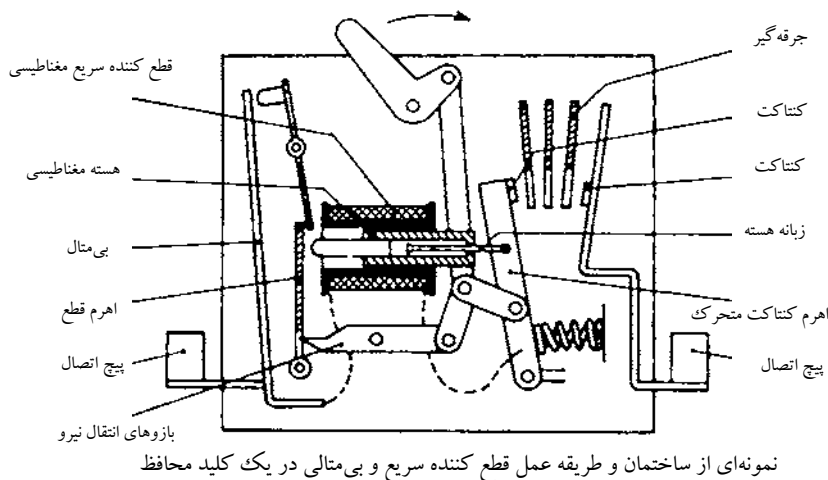


شکل ۱-۲۴۹



شکل ۱-۲۵۰

- ۱- دکمه‌ی قطع
- ۲- دکمه‌ی وصل
- ۳- قطع کننده‌ی حرارتی
- ۴- قطع کننده‌ی مغناطیسی
- ۵- کنتاکت‌های ورودی
- ۶- کنتاکت‌های خروجی



شکل ۱-۲۵۱- شمای فنی کلید حفاظت موتور

شکل ۲۵۲- نمونه‌های مختلفی از این کلیدها با قدرت تحمل جریان اتصال کوتاهی معادل ۱۰۰ KA را نشان می‌دهد.

AC3,400- P[kW] I _e [A]	جریان اتصال کوتاه		
	0.06	0.09	0.12
	0.21	0.31	0.41



شکل ۲۵۲-۱



شکل ۲۵۳-۱

در صنعت این نوع رله‌ها به «کلید اتوماتیک» معروفند. از این نوع رله‌ها در مسیر برق ورودی کنتاکتورها به جهت حفاظت کل مدار استفاده می‌شود. شکل ۲۵۳-۱ تصاویری از این رله که در مسیر کنتاکتورها قرار گرفته‌اند را نشان می‌دهد.

به‌طور کلی استفاده از کلید حفاظت موتور برای موتورهای سه‌فاز در شرایط کاری دائم کار، خودکار یا آن‌هایی که محل فرمان‌شان دور است یا مستقیماً به برق وصل می‌شوند ضروری است. در این موارد استفاده از فیوزهای معمولی فشنگی توصیه نمی‌شود.

۳۷-۱- آشنایی با رله‌های زمانی

رله‌ی زمانی کلیدی است که پس از دریافت فرمان براساس تنظیمی که روی آن صورت گرفته پس از مدت زمانی عمل می‌کند و کنتاکت‌های داخلی بسته‌ی آن، باز و کنتاکت‌های باز، بسته می‌شوند. رله‌های زمانی را تحت عنوان تایمرها نیز می‌شناسند.

تایمرها دارای انواع مختلفی هستند. در این جا چند نوع آن بررسی می‌شود.

۱-۳۷-۱- تایمر موتوری

در این تایمرها از یک موتور سنکرون کوچک استفاده می‌شود که به محض اعمال ولتاژ به آن شروع به گردش می‌کند. این موتور به کمک چرخ‌دنده‌ها،

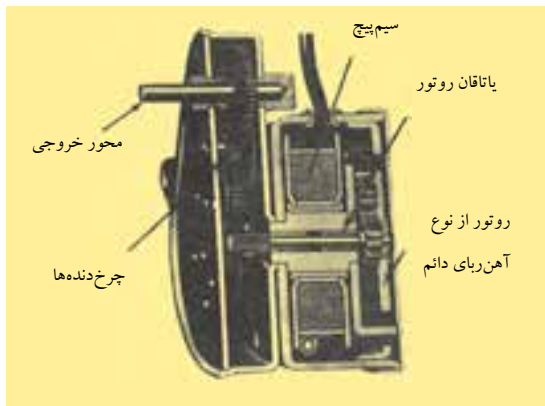
صفحه‌ای را می‌چرخاند. روی این صفحه‌ی زبانه‌ای قرار گرفته است. با گردش موتور پس از گذشت مدت زمان تنظیم شده، صفحه با کلیدی (میکروسوییچ) برخورد می‌کند و در این حالت فرمان قطع و یا وصل فرستاده می‌شود. وضعیت تایمر تا زمانی که برق آن قطع نشود در همین شرایط باقی می‌ماند. در صورت قطع ولتاژ تغذیه‌ی موتور آن، صفحه‌ی زبانه‌دار توسط فنری که در زیر آن قرار گرفته به حالت اول خود باز می‌گردد و میکروسوییچ آزاد می‌شود. در شکل ۱-۲۵۴ نمای روبه‌رو، تایمر را مشاهده می‌کنید.



شکل ۱-۲۵۴

شکل ۱-۲۵۵ نمای جانبی این نوع تایمر را به همراه جزئیات نوشته شده روی بدنه آن و شکل ۱-۲۵۶ اجزای داخلی تایمر موتوری را نشان می‌دهد.

با چرخاندن ولومی که روی تایمر قرار دارد می‌توان فاصله‌ی بین زائده‌ی صفحه‌ی دوآر تا میکروسوییچ را تغییر داده و زمان رسیدن زائده به میکروسوییچ را به مقدار موردنظر تنظیم کرد. شکل ۱-۲۵۷ ساختمان داخلی تایمر موتوری را نشان می‌دهد.



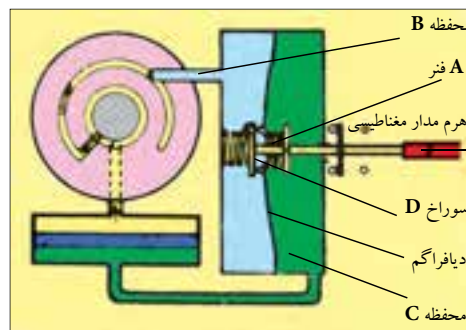
شکل ۱-۲۵۷



شکل ۱-۲۵۵

۲- ۳۷- ۱- تایمر بادی

ساختمان داخلی یک نوع از این رله‌ها را در شکل ۱-۲۵۸ مشاهده می‌کنید.



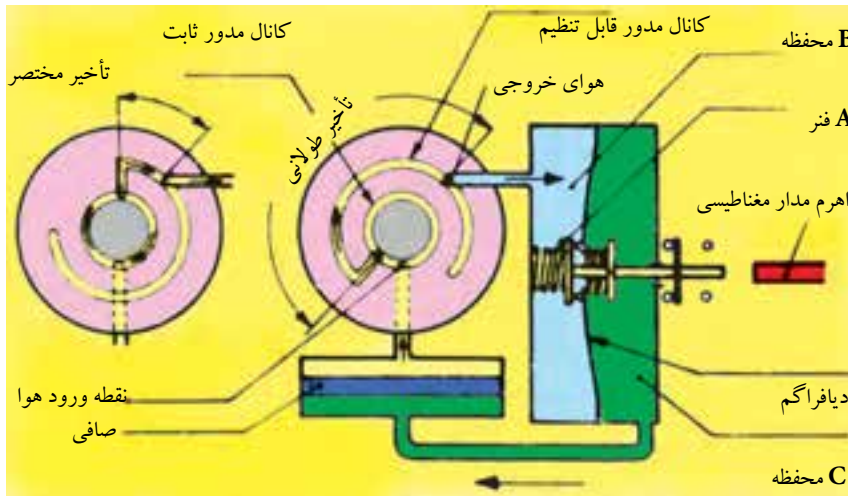
شکل ۱-۲۵۸



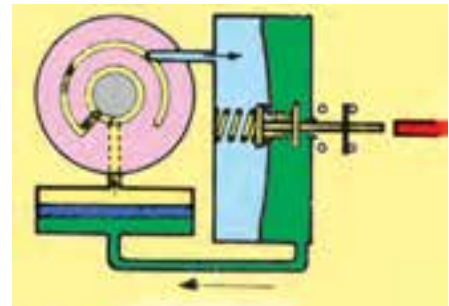
شکل ۱-۲۵۶

قبل از تحریک رله، اهرم، مدار مغناطیسی، فنر A و دیافراگم را فشار می‌دهد. هوای داخل محفظه‌ی B از طریق روزنه‌ی D که به‌طور لحظه‌ای باز شده به محفظه‌ی C رانده می‌شود.

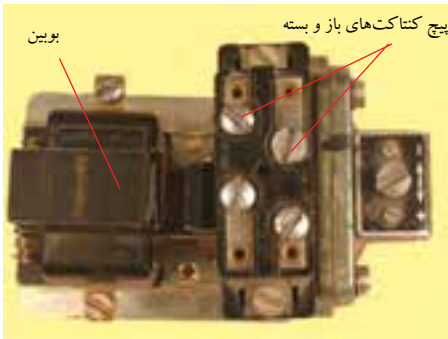
وقتی رله تحریک و اهرم مدار مغناطیسی کشیده شد. شکل ۱-۲۵۹ فنر A دیافراگم را دفع می‌کند و باعث ایجاد فشار کم در محفظه‌ی B می‌شود. هوای محفظه‌ی C از طریق یک صافی فلزی دوباره به محفظه‌ی B وارد می‌شود.



شکل ۱-۲۵۹



شکل ۱-۲۶۰



شکل ۱-۲۶۱



شکل ۱-۲۶۲

نسبت جریان این هوا به وسیله‌ی یک کانال با طول متغیر بین دو صفحه، کنترل می‌شود. مدت زمان تایمر به وضع قرار گرفتن دو دیسک بستگی دارد. این تنظیم، توسط دکمه تنظیم در محل انتخابی قرار می‌گیرد. همان‌طور که در شکل ۱-۲۶۰ مشاهده می‌شود در پایان زمان تأخیر، کنتاکت عمل می‌کند.

شکل دیگری از رله‌های بادی وجود دارد که از یک مخزن هوا، بوئین و دیافراگمی که در مقابل آن قرار گرفته است تشکیل می‌شود. به محض اتصال برق به بوئین، آن صفحه (دیافراگم) کشیده شده و هوا از طریق یک سوراخ که پیچی روی آن وصل شده است به داخل مخزن مکیده می‌شود. این کار تا زمانی که مخزن کاملاً پر شده و دیافراگم را به سمت خارج بفرستد ادامه می‌یابد (شکل ۱-۲۶۱).

در این رله با تغییر پیچ روی مخزن هوا می‌توان سرعت پر شدن مخزن را کم و زیاد کرد و در فرستادن زمان تایمر، تأخیر یا سرعت به وجود آورد (شکل ۱-۲۶۲).

یک نوع تایمر بادی (پنوماتیکی) وجود دارد که می توان بر روی کنتاکتورها نصب کرد چرا که محور آن ها با محور هسته قفل شده و در صورت جذب هسته تایمر کشیده شده و هوا را به داخل می کشد. با چرخاندن ولوم روی تایمرها می توان سرعت پر شدن مخزن هوای آن ها را تنظیم کرد. شکل a-۱-۲۶۳ تصویر ظاهری تایمر بادی و شکل b-۱-۲۶۳ تصویر نصب شده تایمر بادی روی کنتاکتور را نشان می دهد.



(a) تایمر پنوماتیکی



(b) تایمر پنوماتیکی نصب شده روی کنتاکتور
شکل ۱-۲۶۳

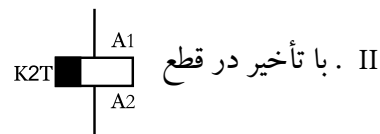
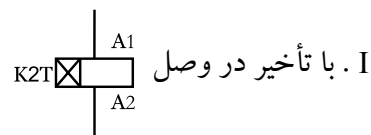
۳- ۳۷- ۱- تایمر الکترونیکی

این تایمر مشابه دیگر تایمرها دارای یک کنتاکت باز و یک کنتاکت بسته است. ساختمان داخلی آن ها از قطعات الکترونیکی همچون ترانزیستور و آی سی تشکیل می شود. اساس کار و مبنای نگه داشتن زمان در این تایمرها، زمان شارژ خازن ها است.

شکل ۱-۲۶۴ نمای ظاهری و شکل ۱-۲۶۵ نمای اجزای داخلی این تایمرها را نشان می دهد.

با تغییر مقدار مقاومت و یا خازن، می توان مدت زمان شارژ و یا دشارژ خازن را افزایش یا کاهش داد. در تایمرهای الکترونیکی نیز با چرخاندن ولوم تنظیم زمان در واقع مقدار مقاومت اهمی و یا ظرفیت خازن تغییر می کند. وضعیت و شماره ی تیغه های تایمر الکترونیکی بر روی بدنه آن نوشته می شود. در شکل ۱-۲۶۶ دو نمونه از این نوع را مشاهده می کنید.

در شکل کلی رله های زمانی (تایمرها) را به دو دسته کلی زیر می توان تقسیم کرد.



در تمامی تایمرها لحظه شروع زمان سنجی آنها از لحظه وصل جریان به بوبین آغاز می شود.

اصطلاحات تاخیر در وصل و تاخیر در قطع نشان دهنده نحوه عملکرد کنتاکت در آنها می باشد.

• در تایمرهای با تاخیر در وصل با اتصال تغذیه بوبین زمان سنجی آنها آغاز



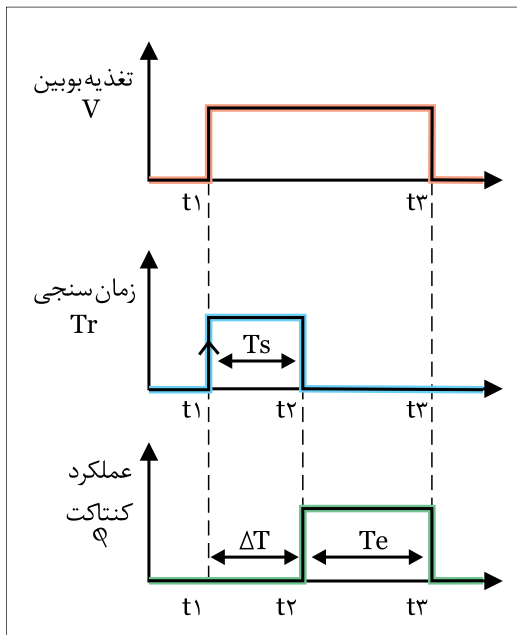
شکل ۱-۲۶۴- نمای ظاهری تایمر



شکل ۱-۲۶۵- نمای داخلی تایمر



شکل ۱-۲۶۶



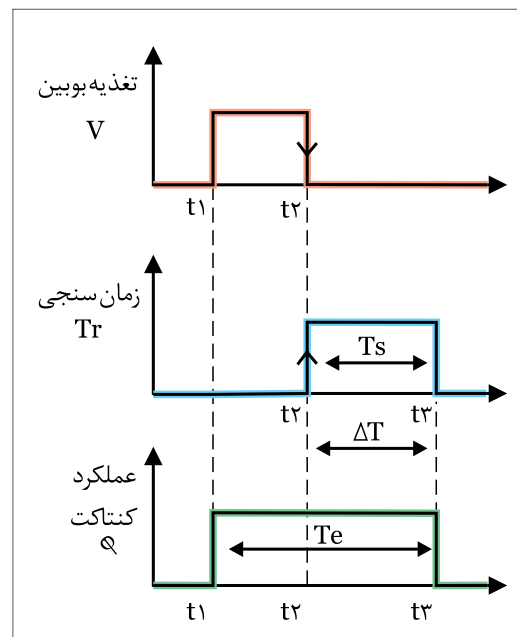
شکل ۱-۲۶۷

می شود و پس از اتمام زمان تنظیمی کنتاکت تایمر عمل کرده و خروجی آن فعال می شود. این وضعیت وصل تا زمانی که برق تایمر وصل باشد باقی خواهد ماند. لذا برای استفاده مجدد از تایمرها لازم است تا برق بویین تایمر را قطع کنیم چرا که در این صورت کنتاکت به حالت اولیه خود باز می گردد. شکل (۱-۲۶۷) نمودار زمانی نحوه عملکرد این نوع تایمرها را نشان می دهد. همانگونه که در شکل مشخص است یک تاخیر زمانی (ΔT) بین لحظه وصل تغذیه بویین (t_1) تا در لحظه وصل کنتاکت تایمر (t_2) وجود دارد. لذا به همین دلیل است که به آن تایمر با تاخیر در وصل گویند.

- t_1 - لحظه وصل جریان به بویین تایمر و لحظه شروع زمانسنجی
- t_2 - لحظه پایان زمان سنجی و لحظه عملکرد کنتاکت (set)
- t_3 - لحظه قطع جریان بویین تایمر و لحظه عملکرد کنتاکت (reset)
- T_s - مدت زمانی تنظیمی تایمر
- T_e - مدت زمان عملکرد تایمر

ΔT - مدت زمان تاخیر در وصل (فاصله بین زمان وصل تغذیه بویین تا

وصل کنتاکت تایمر)



شکل ۱-۲۶۸

در تایمرهای با تاخیر در قطع با اتصال تغذیه بویین، کنتاکت تایمر عمل کرده و در همان شرایط باقی می ماند. در این گونه تایمرها زمان سنجی تایمر از لحظه قطع جریان بویین تایمر آغاز می شود. پس از اتمام زمان تنظیمی کنتاکت تایمر عمل کرده و قطع می شود در این حالت تایمر آماده دریافت راه اندازی مجدد است شکل (۱-۲۶۸) نمودار زمانی نحوه عملکرد این نوع تایمرها را نشان می دهد.

همان گونه که در شکل مشخص است یک تاخیر زمانی (ΔT) بین لحظه قطع تغذیه بویین تایمر (t_2) تا لحظه قطع کنتاکت تایمر (t_3) وجود دارد. لذا به همین دلیل است که به آن تایمر با تاخیر در قطع گویند.

- t_1 - لحظه وصل جریان ب بویین تایمر و لحظه عملکرد کنتاکت (set)

t_2 - لحظه قطع جریان بویین تایمر و لحظه شروع زمان سنجی

t_3 - لحظه پایان زمان سنجی و لحظه قطع جریان بویین کنتاکت

T_s - مدت زمان تنظیمی تایمر

T_e - مدت زمان عملکرد تایمر

ΔT - مدت زمان تاخیر در قطع (فاصله بین قطع تغذیه بویین تا قطع کنتاکت تایمر)

۳۸-۱- آشنایی با انواع لیمیت سوئیچ‌ها و فلوتر سوئیچ‌ها

۳۸-۱-۱- لیمیت سوئیچ

لیمیت سوئیچ یک کلید فشاری است که فرمان مکانیکی محرک آن معمولاً عاملی غیر از دست می‌باشد. بر همین اساس چون از این نوع کلیدها در موارد مختلفی می‌توان استفاده کرد در ساخت آن‌ها نیز تنوع زیادی را می‌توان مشاهده کرد. ساختمان داخلی آن از دو یا چند کنتاکت هم‌محور باز و بسته تشکیل شده است.

در شکل ۱-۲۶۹ تصاویری از انواع لیمیت سوئیچ‌ها را مشاهده می‌کنید. از این کلیدها جهت محدود کردن حرکت دستگاه‌های متحرک در مسیرهای خطی یا دورانی استفاده می‌شود. از جمله‌ی آن‌ها می‌توان مسیر جرثقیل‌های سقفی، درب آسانسورها و نوارهای نقاله را نام برد.

اصطلاحاً به لیمیت سوئیچ‌های کوچک «میکروسوئیچ» نیز گفته می‌شود. شکل ۱-۲۷۰ تصاویری از انواع لیمیت سوئیچ‌ها در اندازه‌ی کوچک‌تر را نشان می‌دهد.

علامت اختصاری میکروسوئیچ در استاندارد IEC به صورت شکل ۱-۲۷۱ است.



شکل ۱-۲۷۱

شکل ۱-۲۷۲ نحوه‌ی باز کردن یک نوع لیمیت سوئیچ را به همراه پیچ‌های مربوط به کنتاکت باز و بسته نشان می‌دهد.

۳۸-۱-۲- فلوتر سوئیچ

از جمله کلیدهای فشاری که در زمینه‌ی کنترل و محدود کردن مایعات در داخل مخازن و یا چاه‌های آب و فاضلاب به کار می‌رود «فلوتر سوئیچ‌ها» هستند. ساختمان داخلی این کلیدها مشابه لیمیت سوئیچ‌ها از یک کنتاکت باز و یک کنتاکت بسته تشکیل می‌شود. این سوئیچ کنترل‌کننده‌ها به صورت‌های مکانیکی و الکترونیکی ساخته می‌شوند.

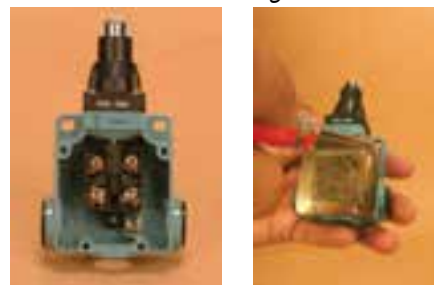
برای تشخیص بالا و پایین بودن سطح مایع در محل موردنظر از شناورهای پلاستیکی و یا سنسورهای نوری نوع الکترونیکی استفاده می‌شود.



شکل ۱-۲۶۹



شکل ۱-۲۷۰



شکل ۱-۲۷۲

- 1- Limit Switch
- 2- Flowter Switch



شکل ۱-۲۷۳



(a)



(b)

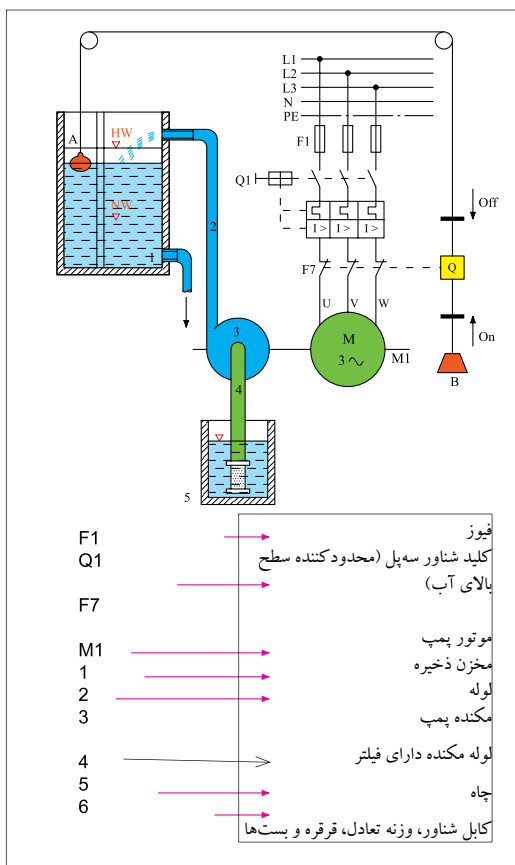


(c)

شکل ۱-۲۷۵

شکل ۱-۲۷۳ یک مدل آن نشان داده شده است.

در نوع پلاستیکی که فرمان به صورت مکانیکی فرستاده می شود از دو محفظه‌ی پلاستیکی به عنوان وزنه‌هایی روی سطح آب و خارج از مخزن استفاده می شود. مثلاً در شکل ۱-۲۷۴ اگر بخواهیم آب خارج شده از چاه را به طور غیرمستقیم و اتوماتیک تحت کنترل در آوریم از طریق یک نخ، وزنه‌ای را خارج از مخزن B و وزنه‌ی دیگری روی آب داخل مخزن A قرار می گیرند. بدین ترتیب وقتی میزان آب در مخزن کم شود شناور داخل مخزن در سطح پایین تری قرار می گیرد و در نتیجه از طریق تیغه‌ی وصل شده، فرمان وصل برای موتور فرستاده می شود و در صورت پر شدن مخزن، شناور داخل مخزن به سمت بالا می آید و موجب می شود تا تیغه‌ی فلوتر قطع و موتور خاموش می شود.



شکل ۱-۲۷۴

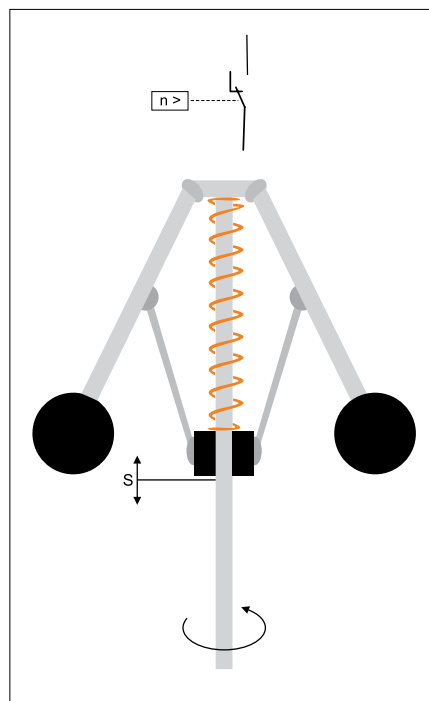
شکل های a-۱-۲۷۵ و b-۱-۲۷۵ نمونه‌هایی از فلوتر سوئیچ‌ها را نشان می دهد.

در شکل c-۱-۲۷۵ نحوه نصب یک نمونه فلوتر سوئیچ را مشاهده

می کنید.

۳۹ - ۱ - کلید های تابع دور

از کلید های تابع دور در موتورهای سه فاز و تک فاز با دو هدف مختلف استفاده می شود. علت به کارگیری کلید تابع دور در موتور های سه فاز اغلب به جهت بالا بردن درجه حفاظت مدار در برابر افزایش سرعت احتمالی دستگاه (مانند میکسر ها) و یا ترمزهای جریان مخالف استفاده می شود. یک نوع از این کلید ها که بیشتر در موتورهای سه فاز کاربرد دارد را در شکل (۱-۲۷۶) مشاهده می کنید. ساختمان این نوع کلید ها از یک محور، فنر، دو بازو که در انتهای آنها دو وزنه قرار گرفته تشکیل می شود. این بازوها (طوق) که در ابتدا و انتها توسط یک تکیه گاه هایی به فنر متصل هستند و حول محور حرکت می کنند در صورت کم و زیاد شدن سرعت محور موتور به سمت بالا حرکت کرده و وزنه ها از طرفین به محور نزدیک یا دور می شوند. در صورت بالا رفتن سرعت قسمت (S) کلید مدار را قطع و در صورتی در سرعت کم باشد قسمت (S) کلید مدار در حالت وصل نگه می دارد.



شکل ۱-۲۷۶

نوع دیگری از کلیدهای تابع دور که بیشتر در موتور های تک فاز (کولر) کاربرد دارند را در شکل (۱-۲۷۷) مشاهده می کنید. هدف از به کارگیری این کلید ها در موتورهای تک فاز خارج کردن سیم پیچی کمکی آنها در حد اقل ۷۵٪ دور نامی آنها است (اطلاعات بیشتر در بحث موتور های تک فاز) در این کلید با افزایش قسمتی که در شکل با شماره (۱) نشان داده شده در اثر نیروی گریز از مرکز به سمت عقب کشیده شده و فنر را فشرده می کند از طرفی دیگر در اثر برخورد با دو پلاتین بلند سبب می شود تایمر مداری آنها قطع شود. هرگاه سرعت کاهش یابد در این صورت نیروی فنر پشت قطعه کائوچویی (۱) به آن فشار آورده و به جلو می راند در این صورت دو پلاتین مجدداً متصل شده و مدار خود را می بندد.



شکل ۱-۲۷۷

۴۰ - ۱ - رله کنترل فاز

از جمله وسایلی که امروزه در مدارهای الکتریکی به کار گرفته می شود "رله کنترل فاز" است. از این رله هم در مدارهای سه فاز و هم تک فاز می توان استفاده کرد. از این رله در زمینه تشخیص یا قطع خطاهای نامبرده شده استفاده می شود.

- قطع یک یا دو فاز
- جا به جایی فازها (تغییر توالی فازها)
- عدم تقارن ولتاژ سه فاز
- شوک های ناشی از قطع و وصل متوالی برق



(الف)



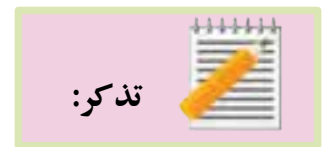
(ب)

شکل ۱-۲۷۸

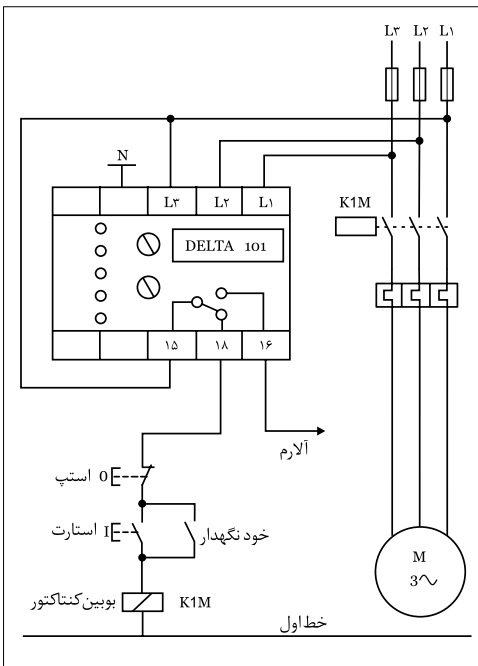
شکل (۱-۲۷۸) تصویر یک نمونه رله کنترل فاز را نشان می دهد. اصول کار این رله ها بدین صورت است که پس از وصل شدن سه فاز و نول به ترمینال های L_1, L_2, L_3, N (R, S, T, MP) در صورت مناسب بودن ولتاژها و صحیح بودن ترتیب فازها چراغ لا که نشان دهنده وجود ولتاژ تغذیه است به تنهایی روشن شده و بعد از زمان انتظار با روشن شدن چراغ R کنتاکت شماره ۱۵ رله از پیچ شماره ۱۶ قطع شده و به کنتاکت ۱۸ وصل شده و اجازه عمل به مدار مربوطه (مثلاً کنتاکتور و موتور) را می دهد.

در صورت بروز هر گونه اشکال در شبکه مانند دوفاز شدن ، جابه جایی فاز افزایش یا کاهش ولتاژ سیگنال خطای مربوطه روشن شده و با خاموش سیگنال خروجی (R) رله داخلی قطع می شود یعنی اتصال کنتاکت داخل رله که در شرایط ۱۵ به ۱۸ است جدا شده و در وضعیتی که ۱۵ به ۱۶ وصل می شود قرار می گیرد. با این عمل مدار فرمان بوبین کنتاکتور قطع شده و در نتیجه مدار جریان رسان به موتور نیز قطع می شود. در شکل (۱-۲۷۹) نحوه اتصال رله کنترل فاز در مدار فرمان راه اندازی یک موتور سه فاز مشاهده می کنید در اغلب این رله ها؛ اعلام خطای فاز و جا به جایی فاز با نشانگر (P) و اعلام خطای افزایش و کاهش ولتاژ با نشانگرهای $U < U_0$ و $U > U_0$ انجام می پذیرد. در برخی از این دستگاه از چند ولوم (پتانسیومتر) تنظیم استفاده شده که برای تنظیمات خاصی به کار می روند.

- ۱- پتانسیومتر تأخیر در قطع : با این پتانسیومتر می توان زمان تأخیر در قطع بعد از بروز خطا را (از ۱ تا ۱۵ ثانیه) تنظیم کرد. در واقع با انتخاب زمان می توان شرایط استارت مجدد بر روی راه اندازی مدار (موتور) را در نظر گرفت.
- ۲- پتانسیومتر تنظیم حساسیت قطع فاز : با این پتانسیومتر میزان حساسیت رله در مقابل میزان نامتقارنی و ولتاژ شبکه جهت قطع مدار را تنظیم کرد. معمولاً در موتور هایی که ولتاژ برگشت زیادی دارند می توان از حساسیت حدود ۳ تا ۱۰ درصد و صورت عدم تقارن موجود در شبکه که مزاحم عمل عادی رله می شود می توان از حساسیتی حدود ۲۵ تا ۳۰ استفاده نمود.



برای اطمینان از صحت تنظیمات انجام شده در رله می توان هنگام کار موتور با قطع یک فیوز ، شبکه را دو فاز نموده و عملکرد کنترل فاز را مشاهده نمود.



شکل ۱-۲۷۹

۴۱-۱- رله کنترل بار

به طور معمول بر روی حفاظت موتورها از بی متال هایی که روی کنتاکتورها قرار می گیرند استفاده می شود. از جمله معایب بی متال ها می توان به :

- بی متال ها عناصر مکانیکی هستند که با گذشت زمان حساسیت خود را از دست داده و به درستی عمل نمی کنند .
- با توجه به تنوع و زمینه های کاربردی مختلف کنتاکتورها باید از بی متال های خاص آنها استفاده کرد.

- از آنجایی که بی متال ها بر اساس تغییرات دما کار می کنند از تغییر دمای محیط می تواند روی عملکرد آنها تأثیر داشته باشد.

امروزه از رله های الکترونیکی خاص به نام "رله کنترل بار" که تصویر یک نمونه آن را در شکل (۱-۲۸۰) مشاهده می کنید استفاده می شود .

کنترل بار الکترونیکی یک کنترل کننده دقیق، بدون تأثیر پذیری از محیط و استهلاک مکانیکی با کارکرد طولانی برای محافظت دستگاه های سه فاز در برابر جریان های بیش از نیاز موتورها (بار^۱) است که جایگزین بی متال ها شده اند . اغلب رله های کنترل بار جوابگوی استارت موتورها با زمان قطع قابل تنظیم بوده و دارای خصوصیات زیر می باشند:

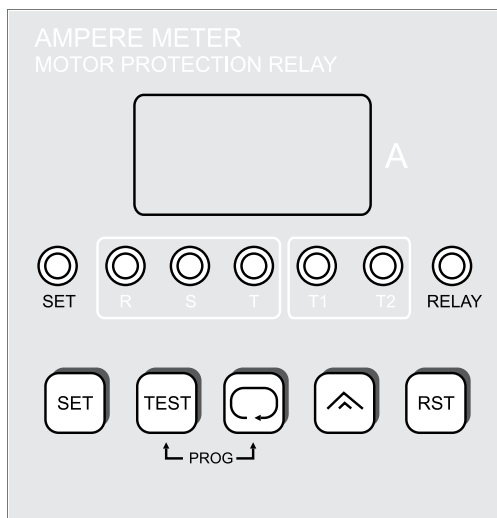
- قابلیت تحمل جریان راه اندازی با زمان قابل تنظیم
 - قابلیت تنظیم زمان تأخیر در قطع برای اضافه جریان
 - محافظت بار در برابر جریان های لحظه ای بیش از دو برابر مقدار تنظیمی
 - دارای شرایط عملکردی قفل شونده اتوماتیک
 - قابلیت تنظیم زمان تأخیر راه اندازی (۱ تا ۳۰ ثانیه)
 - کنترل جریان های سه فاز (خصوصاً موتورها) به هنگام راه اندازی و وصل
- شکل (۱-۲۸۱) نحوه عملکرد اتصال این رله ها در مسیر مصرف کننده ها را نشان می دهد. نحوه عملکرد این رله ها بدین صورت است که با وصل ولتاژ تغذیه به ترمینال های A1, A2 رله خروجی عمل کرده و چراغ تغذیه (Power) آنها روشن خواهد شد در اینجاست در خیلی ترمینال ۱۵ از ۱۶ قطع و به ۱۸ وصل می گردد. مدار اینگونه رله به صورتی طراحی شده که از فرمان قطع ناخواسته به علت جریان زیاد استارت موتورها که معمولاً چند برابر جریان رسمی است جلوگیری می کند.



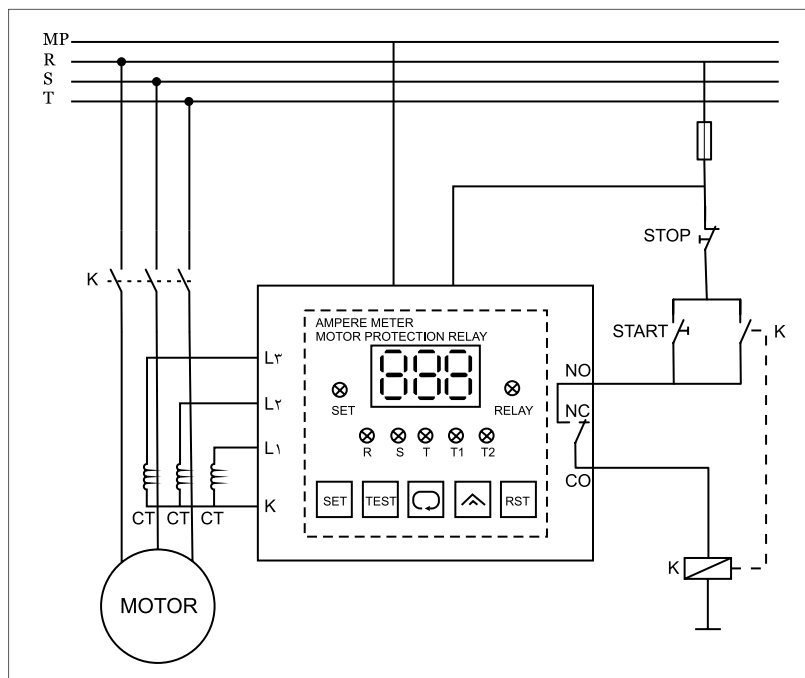
شکل ۱-۲۸۰



شکل ۱-۲۸۱



این زمان دو رله متناسب با توان موتور بین ۱ تا ۳۰ ثانیه قابل تنظیم است. اگر پس از پایان راه اندازی هنوز اضافه جریانی وجود داشته باشد نشان دهنده آن است که روی محور موتور اضافه بار وجود دارد در نتیجه رله متناسب با زمان تنظیمی روی آنها که معمولاً ۲/۵، ۲، ۴، ۶، ... ثانیه است مدار را قطع می کند. در شکل (۲۸۲-۱) تصویر ظاهری و مدار داخلی یک نمونه رله اضافه بار که دارای صفحه نمایش (LCD) است نشان داده شده است.



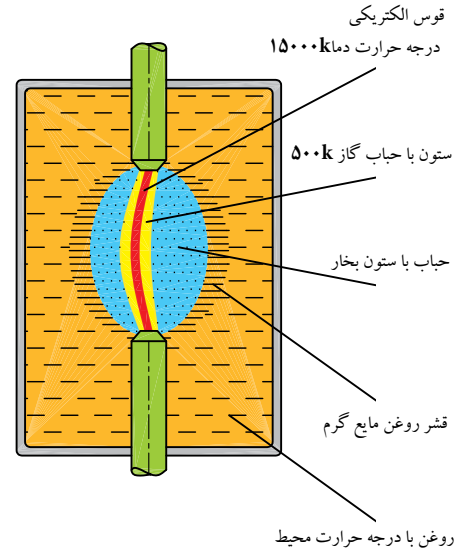
شکل ۲۸۲-۱

۴۲- ۱- آشنایی با کلیدهای روغنی

از آنجایی که در لحظات وصل و قطع کلیدها بین دو کنتاکت جرقه یا قوس الکتریکی به وجود می آید و گرمای حاصل از قوس الکتریکی باعث خرابی کنتاکت‌ها می شود در برخی موارد به جهت خنک کردن و از بین بردن جرقه‌های بین کنتاکت‌های کلید و افزایش عمر کنتاکت‌ها از کلیدهایی استفاده می شود که کنتاکت‌های آن در روغن قرار دارد. اصطلاحاً به این کلیدها، کلیدهای روغنی گفته می شود. در این کلیدها هرچه شدت جریان عبوری بیش تر باشد قوس الکتریکی شدیدتر می باشد.

چگونگی عملکرد روغن بدین صورت است که در موقع جدا شدن دو کنتاکت جریان‌رسان در محفظه‌ی روغن و ایجاد جرقه و قوس شدید بین دو کنتاکت، روغن اطراف جرقه به علت حرارت زیاد قوس بخار می‌شود. در نتیجه اطراف جرقه را حبابی از گاز فرا می‌گیرد و منجر به خاموش شدن قوس می‌شود (شکل ۱-۲۸۳).

در شکل ۱-۲۸۴ شمای داخلی و در شکل ۱-۲۸۵ شمای ظاهری دو نوع کلید روغنی را مشاهده می‌کنید. امروزه این نوع کلیدها ساخته نمی‌شوند و کم‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند.

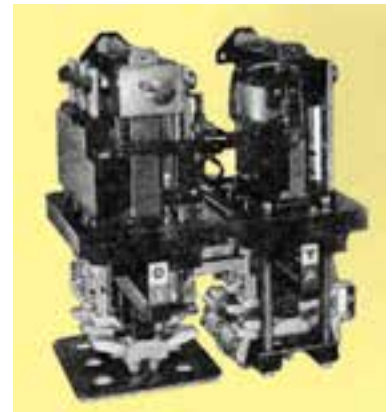


شکل ۱-۲۸۳

۴۳ - ۱ - علائم اختصاری و حروف شناسایی مدارهای صنعتی

۱ - ۴۳ - ۱ - علائم اختصاری

پیش از بررسی و اتصال مدارهای الکتریکی لازم است تا با برخی علائم اختصاری الکتریکی آشنا شویم. در جدول‌های ۱-۳۱ تا ۱-۳۵ نمونه‌های مختلفی از این علائم نشان داده شده است.



شکل ۱-۲۸۴ - اجزای داخلی کلید ستاره مثلث

جدول ۱-۳۱

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	بوبین کنتاکتور
	رله‌های عملگر با مشخصه خاص
	رله با تأخیر در وصل
	رله با تأخیر در قطع
	رله با تأخیر در قطع و وصل
	رله دارای قطب
	رله با تحریک الکترومکانیکی
	رله با تحریک پس ماند مغناطیسی
	رله با تحریک حرارتی (بی‌مثال)
	رله اضافه جریان (جریان زیاد)
	رله قطع‌کننده جریان معکوس



شکل ۱-۲۸۵ - شمای ظاهری کلید سه فاز ساده

● کلیدها و کنتاکت‌ها

● محرک عملگرها (محرک وسایل)

جدول ۱-۳۳

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
کلید یک‌فاز	
کلید سه‌فاز	
شستی وصل (استارت)	
شستی قطع (استپ)	
شستی وصل و قطع (استپ و استارت دوبل)	
کنتاکت باز لیمیت سوئیچ	
کنتاکت بسته لیمیت سوئیچ	
کنتاکت باز کنتاکتور	
کنتاکت بسته کنتاکتور	
کنتاکت بسته (مدار فرمان) بی‌متال	
کنتاکت بسته شونده سریع	
کنتاکت باز شونده تأخیری	
کنتاکت بسته کلید گردان	
کنتاکت باز کلید گردان	

جدول ۱-۳۲

نام وسیله یا قطعه	علامت اختصاری
محرک دستی	
محرک فشاری (با دست)	
محرک کششی	
محرک تغییر جهت	
محرک با کلید	
فعال شونده با بادامک و حسگرها	
محرک فشاری (با پدال)	
قفل مکانیکی	
محرک موتوری	
محرک کلید اضطراری	
محرک حرارتی قابل تنظیم	
محرک حرارتی غیر قابل تنظیم	
محرک الکترومغناطیسی	
محرک با سطح سیال	







● کلیدها و کنتاکت‌ها

جدول ۱-۳۴

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	کنتاکت باز کلید
	کنتاکت بسته کلید
	کنتاکت باز کلید تابع فشار
	کنتاکت بسته کلید تابع فشار
	کنتاکت باز کلید شناور (فلوتر)
	کنتاکت بسته کلید شناور (فلوتر)
	کنتاکت باز تایمر با وصل سریع
	کنتاکت باز تایمر با تأخیر در وصل
	کنتاکت بسته تایمر با قطع سریع
	کنتاکت بسته تایمر با تأخیر در قطع
	کنتاکت بسته کلید کششی
	کنتاکت باز کلید کششی
	کنتاکت تبدیل (تعویض کننده)
	کنتاکت تبدیل با حالت خاموش در وسط

● وسایل خبردهنده

جدول ۱-۳۵

علامت اختصاری	نام وسیله یا قطعه
	لامپ خبر
	بیزر
	بوق
	زنگ
	آذیر
	دیود LED

۲- ۴۳- ۱- حروف شناسایی

در مدارهای فرمان و قدرت برای مشخص کردن تجهیزات به کار رفته، از حرف شناسایی استفاده می شود. جدول ۱-۳۶ حرف مشخصه‌ی نوع وسیله را به همراه مثال‌هایی نشان می دهد.

جدول ۱-۳۶

حروف شناسایی	نوع تجهیزات	مثال‌ها
A	گروه‌های ساختاری و گروه‌های کوچک	تقویت کننده، تقویت کننده مغناطیسی، وسایل مرکب
B	وسایل تبدیل انرژی غیرالکتریکی به انرژی الکتریکی و برعکس	سنسور (حس کننده)، حرارتی (ترموالکتریک)، سلول فتوالکتریک، گشتاورسنج، مبدل‌های کریستالی، میکروفن‌ها، بلندگو، رمز گذارها
C	خازن‌ها	خازن‌های الکترولیتی، خازن‌های غیرالکترولیتی، خازن‌های متغیر
D	عناصر تأخیر دهنده، عناصر ذخیره ساز، عناصر بایتری (دو وضعیتی)	المان‌های تأخیری، المان‌های دیجیتالی، حافظه‌های مغناطیسی، ثابت‌ها، دیسک گردان، ضبط صوت‌ها، عناصر دارای یک ثابت، عناصر دارای دو ثابت
E	متفرقه	روشنایی، تجهیزات گرمایی، وسایل و تجهیزاتی که در گروه‌های دیگر تعریف نشده است.
F	وسایل حفاظتی	فیوزها، وسایل حفاظتی over voltage و رله‌های حفاظتی کلیدهای فیوزدار، وسایل قطع کننده، کلیدهای قطع و وصل اتوماتیک
G	ژنراتورها - منابع تغذیه	ژنراتورهای چرخان، مبدل‌های فرکانس چرخان، باتری‌ها، اسیلاتورها (اسیلاتورهای کریستالی)، منابع تغذیه قدرت
H	وسایل خبر دهنده (نمایشگر)	وسایل نمایشگر صوتی و نوری (بوق، آژیر، لامپ، ساعت زنگ‌دار)
K	کنتاکتورها و رله‌ها	کنتاکتورها، رله‌های فلاش، کنتاکتورهای کمکی، رله‌های زمانی
L	وسایل القایی	چوک، سیم پیچ، فیلتر
M	موتورهای الکتریکی	موتور سه فاز، موتور تک فاز، موتور خطی
N	تقویت کننده‌ها، تنظیم کننده‌ها	تقویت کننده‌ها، تنظیم کننده‌ها (رگولاتورها)، وسایل الکترونیکی
P	وسایل اندازه گیری و وسایل آزمایش (تست)	نشان دهنده‌ها، ثابت‌ها، شمارنده‌ها، وسایل اندازه گیری، آمپر متر، ولت متر، اسیلوسکوپ، ساعت‌ها، پالس دهنده‌ها
Q	کلیدهای قدرت	کلیدهای ایزوله کننده، کلیدهای جدا کننده، کلیدهای قطع و وصل حفاظتی، کلیدهای حفاظت موتور
R	مقاومت‌ها	مقاومت‌های ثابت، مقاومت‌های قابل تنظیم، پتانسیومترها، رنوستا، مقاومت راه انداز، مقاومت‌های شنت، مقاومت‌های حرارتی (ترمیستور)
S	کلیدها، سلکتورها (انتخاب کننده)	کلید فشاری، میکروسوییچ، کلید کنترل، کلیدهای پالس دهنده
T	ترانسفورماتورها	ترانسفورماتور ولتاژ، ترانسفورماتور جریان، ترانسفورماتور ایزوله، مبدل‌های AC به DC
U	مدولاتورها، آشکارسازها، مبدل‌ها	جدا کننده‌ی سیگنال، مبدل فرکانس، دمودولاتور، مبدل، سیگنال ژنراتور، انیورتر
V	نیمه هادی‌ها و لامپ‌ها	لامپ‌های الکترونی، لامپ‌های تخلیه، دیودها، ترانزیستورها، تریستورها، یکسو کننده‌ها
W	مسیرهای ارتباطی، آنتن‌ها، لامپ‌ها	سیم‌ها، کابل‌ها، شین‌ها، آنتن دوقطبی، آنتن‌های بشقابی (گیرنده)
X	ترینال‌ها، فیش‌ها، دوشاخه و پرز	دوشاخه و پرز، سوکت‌های نر و ماده، اتصال دهنده، فیش آزمایش (تست)
Y	تجهیزات مکانیکی که با برق کار می کنند.	ترمزها، کلاچ‌ها، شیرها، چاپگرها، دورنگار، دربازکن
Z	فیلترها، فیلترهای جریان کننده وسایل محدود کننده	شبکه‌ی متعادل کننده‌ی کابل، فیلترهای پارازیت گیر RC و LC

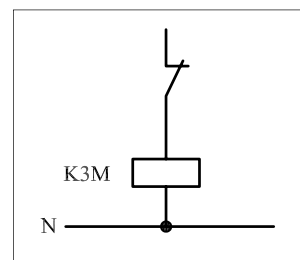
برخی موارد علاوه بر حروف شناسایی جدول ۱-۳۶، در مدارهای فرمان و قدرت از حروف شناسایی دیگر به همراه عدد استفاده می‌شود که به ترتیب حرف شناسایی دوم نشان‌دهنده‌ی نوع عملکرد و مشخصه‌ی عددی نشان‌دهنده‌ی تعداد وسایل و تجهیزات به کار برده شده‌ی مشابه است. جدول ۱-۳۷ مفهوم حروف دوم شناسایی را نشان می‌دهد.

جدول ۱-۳۷

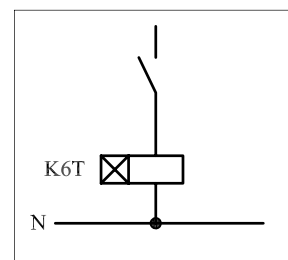
حروف شناسایی	عملکرد	حروف شناسایی	عملکرد
A	عملکرد کمکی به خصوص قطع	N	اندازه‌گیری
B	جهت حرکت (f - جلو، b - عقب، r - بالا، l - پایین، c - جهت حرکت عقربه ساعت و خلاف جهت حرکت)	P	نسبی و متناسب
C	شمارش	Q	وضعیت کار (وصل، قطع و محدود)
D	تمایز دهنده و تفکیک کننده	R	راه‌اندازی مجدد و لغو حرکت
E	عملکرد وصل (روشن)	S	ذخیره کردن و ضبط کردن
F	حفاظت	T	تأخیر داشتن و اندازه‌گیری زمان
G	آزمایش (تست)	U	-
H	نشان دهنده و خبر دهنده	V	سرعت و شتاب
J	تلفیق یا ترکیب چند عمل	W	اضافه کردن و جمع کردن
K	عملکرد کلید فشاری	X	ضرب کردن و چند برابر کردن
L	نشانه گذاری	Y	آنالوگ (قیاسی)
M	عملگر اصلی	Z	دیجیتال (رقمی)

به‌عنوان مثال اگر در مدار فرمانی روی یک وسیله حروف K۳M نوشته شده باشد نشان می‌دهد که آن وسیله سومین کنتاکتور اصلی است که در مدار به کار رفته است (شکل ۱-۲۸۶).

به‌همین ترتیب اگر روی وسیله‌ای حروف K۶T نوشته باشد معرّف آن است که این وسیله ششمین رله‌ی زمانی (تایمر) است که در مدار مورد استفاده قرار گرفته است (شکل ۱-۲۸۷).



شکل ۱-۲۸۶



شکل ۱-۲۸۷

ضمیمه ۱

- میدان مغناطیسی دوار

در یک شبکه سه فاز چون عبور جریان به صورت پیوسته صورت می گیرد و در طی مدت زمانی که مدار وصل است از آن سیکل های متوالی عبور می کند به همین دلیل هر گاه جریان متناوب سه فازه ای به سیم پیچی های یک موتور سه فاز وصل شود. در طی این مدت زمان میدان مغناطیسی دائم و به صورت پشت سر هم (متوالی) در فضای اطراف استاتور به وجود آمده و در حال حرکت خواهد بود.

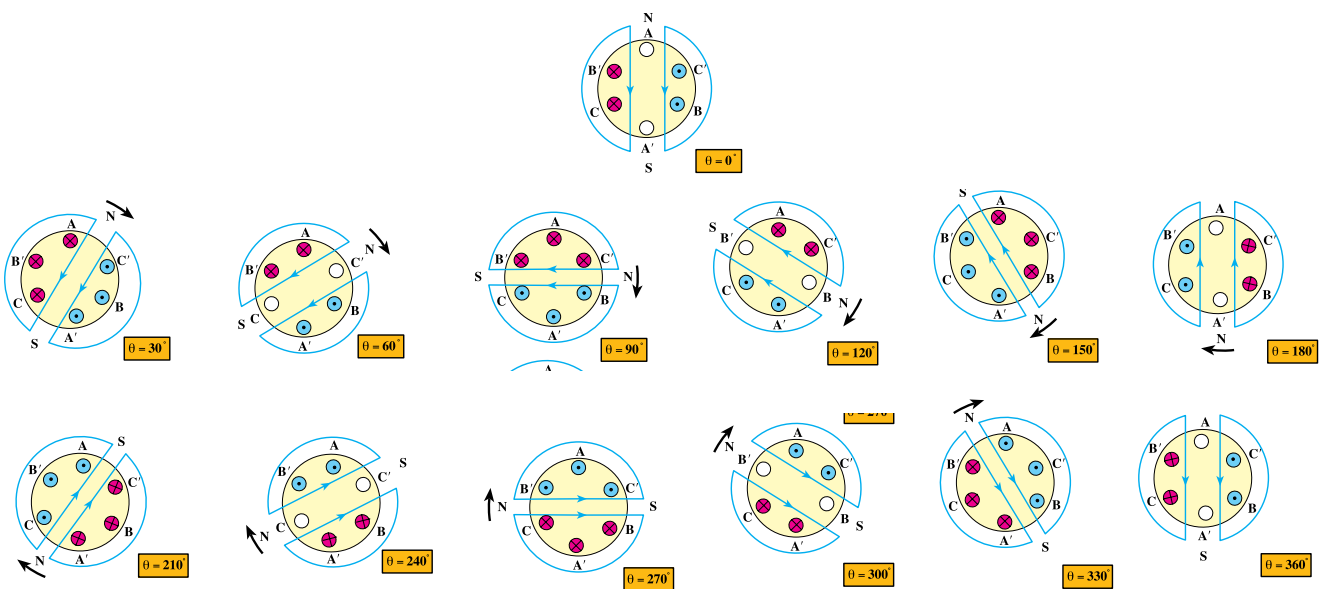
شکل ۱-۲۸۸ تصاویری از وضعیت میدان مغناطیسی ایجاد شده در فضای استاتور یک موتور سه فاز دو قطب را در زوایای ۰، ۳۰، ۶۰، ۹۰، ۱۲۰، ۱۵۰، ۱۸۰، ۲۱۰، ۲۴۰، ۲۷۰، ۳۰۰، ۳۲۰ و ۳۶۰ درجه نشان می دهد.

همان طوری که مشاهده می شود در فاصله ی زمانی که یک سیکل از شکل موج های سه فاز طی می شود قطب های N و S موتور نیز در هر ۳۰ درجه تغییر وضعیت داده و ۳۶۰ درجه را با یک دور چرخش طی می کند.

در شکل مقابل حروف A، B و C سر کلاف های هر فاز و حروف A'، B' و C' و ته کلاف های استاتور است.

یادآوری:

علامت \otimes نشان دهنده ورودی جریان و \odot خروجی جریان را نشان می دهند.



شکل ۱-۲۸۸

ضمیمه ۲

– سازمان های فنی

یکی از مواردی که در مباحث برق مطرح است استاندارد بودن علائم، نقش ها و نکات فنی است. در جهان سازمان های فنی گوناگون در زمینه ی معرفی استانداردها و نکات مختلف فنی فعالیت دارند. در جدول ۱-۳۸ حروف اختصاری و نام هر یک از این سازمان ها را مشاهده می کنید. نکته ی حائز اهمیت آن است که دو سازمان VDE^۱ و IEC^۲ در زمینه برق از سایر سازمان ها در دنیا بیش تر مطرح هستند. ما نیز در ارائه علائم و نقشه ها از استانداردهای این سازمان ها استفاده می کنیم.

جدول ۳۸ - ۱ - سازمان های فنی

نام سازمان	علامت کوتاه
انجمن کار مهندسان کارگاهی آلمان	ADB
مؤسسه استاندارد آمریکا	ANSI
انجمن استاندارد آمریکا	ASA
مؤسسه استاندارد انگلستان	BSI
کمیته مشاوره بین المللی تلفن	CCIF
کمیته مشاوره بین المللی ارتباطات بی سیم	CCIR
کمیته مشاوره بین المللی تلگراف	CCIT
کمیسیون بین المللی اصول کارشناسی تولیدات الکتروتکنیکی	CEE
کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک	CEI
کمیته اروپایی استاندارد	CEN
کمیسیون بین المللی روشنایی	CIE
اداره ثبت اختراعات آلمان فدرال	DBP
مؤسسه استاندارد آلمان	DIN
کمیسیون الکتروتکنیک آلمان	DKE
اتحادیه صنایع الکترونیک	EIA
اتحادیه الکتروتکنیکی اتریش	EV O ^۰
کارخانجات تأمین انرژی	EVU
کمیته استاندارد الکتروتکنیک در مؤسسه استاندارد آلمان	FNE
اداره مرکزی مخابرات	FTZ
نگهداری تلفن	FeO
کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک	IEC
سازمان بین المللی استاندارد	ISO
شرکت متحده توسعه دستگاه های الکترونیکی	JEDEC
شرکت فنی خبر	NTG
مؤسسه استاندارد اتریش	O ^۰ NA
استاندارد اتریش	O ^۰ NORM
اتحادیه الکتروتکنیک اتریش	O ^۰ VE
کمیته شرایط تحویل و تضمین کالا در مؤسسه استاندارد آلمان	RAL
اتحادیه مطالعات کار (کمیته دولتی تعیین زمان کار)	REFA
اتحادیه تولیدکنندگان رادیو	RMA
اتحادیه الکتروتکنیک سوئیس	SEV
اتحادیه استاندارد سوئیس	SNV
شرایط عضویت فنی VDEW	TAB
اتحاد بین المللی ارتباطات مخابراتی	UIT
اتحادیه برقکاران آلمان	VDE
اتحادیه کارخانه های برق آلمان	VDEW
انجمن مهندسان آلمان	VDI
اتحادیه مؤسسات ماشین سازی آلمان	VDMA
انجمن صنایع ماشین سازی سوئیس	VSM
اتحادیه مرکزی برقکاران دستی آلمان	ZVEH
اتحادیه مرکزی صنایع الکتروتکنیک	ZVEI

1-VDE - Verband Deutscher Elektrotechniker

2- IEC - International Electrotechnical Commission

– برنامه زمانی نگهداری ماشین‌ها

یک برقرار صنعتی جهت رسیدگی به ماشین‌های الکتریکی موجود در کارگاه می‌بایست برنامه‌ی زمانی داشته باشد تا از ماشین‌ها در ازای بیش‌ترین عمر مفید، بالاترین بازده کاری را دریافت کند. جدول ضمیمه ۳ یک نمونه فرم برنامه‌ی زمانی جهت نگهداری ماشین‌های الکتریکی را نشان می‌دهد.

جدول ۳۹ - ۱ - برنامه زمانی نگهداری ماشین‌های الکتریکی

فاصله زمانی سرویس	نوع ماشین					کار تعمیر و نگهداری
	روتور			باتاقان		
	فشاری	حلقه لغزان	کمو تاتور	رگ	رگ	
هفتگی				X		سطح روغن بازدید شود.
					X	بررسی لرزش و دمای باتاقان با لمس آن
			X			جاروبک‌های زغالی، نگهدارنده جاروبک‌ها و کمو تاتور بازدید شود.
ماهانه هر سه ماه		X	X			بازدید دقیق جاروبک‌های زغالی، وضعیت جاروبک‌ها، کمو تاتور یا حلقه‌های لغزان
	X	X	X			بازدید تمام اتصالات الکتریکی
		X	X			آزمایش نیروی فشار بر جاروبک‌ها
هر نیم سال	X	X	X			سیم‌پیچ‌ها از نظر کیفی بازرسی شوند، در صورت نیاز سیم‌پیچ‌ها تمیز و خشک گردند. مقاومت عایقی سیم‌پیچ‌ها اندازه‌گیری شود.
		X	X			کمو تاتور یا حلقه‌های لغزان از نظر لنگی دورانی آزمایش شوند، در صورت نیاز تراشکاری و پرداخت شود.
				X		صافی روغن و گردش روغن در صورت وجود، بازرسی شود.
سالانه (نگهداری عمومی)	X	X	X			نظافت اساسی موتورها خاصه سیم‌پیچ‌ها. در صورت لزوم سیم‌پیچ‌ها خشک شوند. مقاومت عایقی سیم‌پیچ‌ها اندازه‌گیری شود.
				X	X	بازرسی باتاقان از نظر لقی بیش از حد مجاز و گرمای حین کار. اگر در باتاقان‌های غلتکی متعلقات روغن کاری موجود است، در صورت نیاز روغن کاری و گریس کاری شود. *
		X	X			بازدید دقیق جاروبک‌ها، وضعیت جاروبک‌ها، کمو تاتور یا حلقه‌های لغزان. در صورت نیاز تعمیر شوند.
هر دو سال (به طور تقریبی بعد از ۵۰۰۰ ساعت کاری)				X		روغن باتاقان تعویض شود. جعبه باتاقان پیش از پر کردن روغن با بنزین کاملاً شسته شود.
					X	اگر متعلقات روغن کاری موجود است، در صورت نیاز روغن کاری و گریس کاری شود. *
هر سه سال (به طور تقریبی بعد از ۱۵۰۰۰ ساعت کاری)					X	باتاقان‌ها شسته شده و موتورهای بدون متعلقات روغن کاری با گریس تازه گریس کاری شود. به نوع و درجه مناسب گریس طبق دستورالعمل سازنده توجه شود. در ماشین‌های دارای متعلقات روغن کاری در صورت نیاز روغن کاری انجام شود. *

* روغن کاری و گریس کاری باتاقان‌های غلتکی دارای متعلقات روغن کاری طبق دستورالعمل روغن کاری از طرف سازنده انجام گیرد. فاصله زمانی روغن کاری برحسب نوع طرح خیلی متفاوت است.

ضمیمه ۴

- عیب یابی موتورهای سه فاز

از آنجایی که ممکن است در ضمن کار موتورهای سه فاز دچار مشکلی شوند در خاتمه‌ی این بحث جدول‌هایی ارائه شده که به اختصار چند عیب احتمالی موتورهای آسنکرون روتور قفسی و روتور سیم‌پیچی را بیان می‌کنند.

جدول ۴۰ - ۱ - عیوب ممکن در موتورهای آسنکرون سه فاز (روتور قفسه‌ای و روتور دارای حلقه لغزان)

عیب	علت عیب	رفع عیب
موتور به حرکت در نمی‌آید یا فقط به دور کمی می‌رسد.		
در یک کلاف هیچ جریانی وجود ندارد. موتور زیر بار به دور کامل نمی‌رسد. جریان کلاف‌ها مختلف است.	پاره شدن کابل برق گشتاور مقاوم بسیار بزرگ است. اتصال بد جابه‌جا وصل شدن سر و ته یک کلاف	بر طرف نمودن پارگی بازرسی ماشین در حالت کار برای پیدا کردن اضافه بار اتصالات بازرسی شود. کلاف سیم‌پیچ درست وصل شود.
سر و صدای زیاد در زمان روشن کردن	بدون ولتاژ بودن یک سیم بیرونی روتور به هسته استاتور خیلی نزدیک شده است.	شبکه بازرسی گردد. باتاقان تعویض گردد.
بارگذاری موتور سبب کاهش شدید دور آن می‌شود.		
شدت جریان بسیار بزرگ است. ولتاژ موتور بسیار کم است.	اضافه بار، موتور به جای مثلث به صورت ستاره وصل شده است. سطح مقطع کابل برق بسیار کوچک است.	موتور قوی‌تر به کار برده شود، به مشخصات موتور در روی پلاک آن توجه شود، اتصال استاتور در وضعیت مناسب قرار داده شود. کابلی با سطح مقطع بزرگ‌تری به کار برده شود.
گرمای بسیار شدید		
موتور حتی در حالت بی‌باری گرم می‌شود. کلاف‌های مجزا در استاتور داغ می‌شوند. موتور بیش از هر چیز در حالت بارگذاری گرم می‌شود.	اتصال نادرست استاتور، اغلب اتصال مثلث به جای اتصال ستاره به کار رفته است. ولتاژ شبکه بسیار زیاد یا بسیار کم است. تهویه و خنک کردن موتور نامناسب است. جهت چرخش نادرست در موتورهای با پروانه بادبزن مایل اتصال در سیم‌پیچ یا اتصال بدنه اضافه بار ولتاژ شبکه در جعبه تقسیم موتور (تخته کلم) بسیار کم است. موتور به جای اتصال مثلث به صورت اتصال ستاره بسته شده است. اتصال نادرست کلید ستاره - مثلث وجود اتصال بد در جعبه تقسیم و همچنین در کابل‌ها در باتاقان‌های غلتکی: گریس فاسد شده است.	به مشخصات موتور در روی پلاک آن توجه شود. نحوه اتصال استاتور تصحیح گردد. ولتاژ شبکه آزمایش گردد. مسیر عبور هوا بازرسی و تمیز گردد. پروانه بادبزن تعویض گردد. جریان کلاف‌ها اندازه‌گیری شود، مقاومت کلاف‌ها اندازه‌گیری شود. در صورت نیاز کلاف سیم‌پیچ تازه‌ای به کار برده یا موتور تعویض شود. ماشین در حالت کار بازرسی گردد. موتور بزرگ‌تری به کار برده شود. ولتاژ اندازه‌گیری شود. به پلاک مشخصات موتور توجه شود. به پلاک مشخصات موتور توجه شود، استاتور به شکل مناسب بسته شود. کلید ستاره - مثلث برای اطمینان از تغییر اتصال مثلث آزمایش شود. اتصال مثلث آزمایش شود. استاتور به شکل مناسب بسته شود. نقاط اتصال آزمایش، تمیز و سمباده کاری شود. باتاقان را بیرون آورده، آزمایش کرده، و در صورت نیاز تعویض و گریس کاری شود. باتاقان را بیرون آورده و آزمایش کنید
یک کلاف به شدت گرم می‌شود، موتور در بار کم متوقف می‌شود. باتاقان‌ها گرم می‌شوند.	در باتاقان‌های لغزشی: روغن نامناسب، باتاقان صدمه دیده است.	

عیوب موتورهای با روتور دارای حلقه لغزان

عیب	علت عیب	رفع عیب
زغال‌ها جرقه می‌زنند.	سطح تماس کثیف است.	زغال‌ها و حلقه‌های لغزان تمیز شود، حلقه‌های لغزان پرداخت شود.
	حلقه‌های لغزان زیر یا غیر دایره‌ای یا شیاردار می‌باشند.	با استفاده از ماشین تراش حلقه‌های لغزان یکنواخت و پرداخت گردند. ببینید آیا آن‌ها شل شده‌اند، سپس آن‌ها را تعویض نمایید.
	سطح تماس نامناسب زغال‌ها با حلقه‌های لغزان	زغال‌ها با سمباده بسیار نرم پرداخت داده شود.
	فشار بسیار کمی بر زغال‌ها وارد می‌شود.	فشار معمول به طور تقریبی $2N/cm^2$ است. فنرها به صورت استوانه بدون تاب تنظیم یا تعویض شوند.
حلقه‌های لغزان یا زغال‌ها بسیار داغ می‌شود.	اضافه بار چنانچه وسیله‌ای برای دور نگه داشتن زغال وجود دارد، در آن صورت ممکن است تماس زغال‌ها با حلقه‌های لغزان نامناسب باشد.	جریان دریافتی اندازه‌گیری شود. اضافه بار برطرف شود. وسيله دور نگهدارنده احتمالی تنظیم شود.
	روتور داغ می‌شود، موتور به سختی راه می‌افتد و صدا می‌کند.	همه نقاط تماس اتصالات از نظر استحکام مکانیکی و تمیزی بازرسی گردد. در صورت نیاز تمیز و محکم شود.
کاهش شدید دور موتور در زمان بارگذاری	تماس نامناسب اتصالات در مدار روتور، به طوری که شاخه‌ای به طور کامل فعال نباشد.	جریان‌های روتور اندازه‌گیری شود. نقاط تماس اتصالات تمیز و محکم شود. زغال‌ها و حلقه‌های لغزان بازرسی و در وضعیت مناسب قرار داده شوند.
	مقاومت راه‌انداز بسیار بزرگ، سیم رابط بین موتور و راه‌انداز بسیار ضعیف	سیم رابط قوی‌تری به کار برده شود.
موتور در حالت بی‌بار با مدار راه‌انداز باز به راه می‌افتد.	وجود اتصال کوتاه بین سیم‌پیچ‌های روتور	روتور باید دوباره سیم‌پیچی شود. در صورت لزوم موتور تعویض شود
جریان استاتور با وجود بار یکنواخت در نوسان است، چرخش غیر یکنواخت موتور	مدار جریان روتور توسط نقاط اتصال نامناسب قطع می‌شود.	بازرسی برای نقاط اتصال شل، بازرسی برای وجود قطع شدگی سیم‌پیچ روتور

عیوب ممکن در موتورهای قفسه‌ای

روتور داغ می‌شود، موتور به سختی راه می‌افتد و صدا می‌کند	اتصال نامناسب بین میله‌های قفس و حلقه‌های اتصال کوتاه	روتور تعویض شود.
موتور شروع به چرخش می‌کند ولی با دور کم به چرخش ادامه می‌دهد.	نسبت تعداد شیارها بین روتور و استاتور مناسب نیست.	طراحی یا ساخت اشتباه. از سازنده سؤال شود. روتور تعویض گردد.
	مقاومت روتور بسیار کوچک است.	حلقه اتصال کوتاه پیچ و تاب داده شود
موتور با قطب قابل تغییر در دور تعیین شده نمی‌چرخد.	اشتباه در نوع اتصال	نوع اتصال بازرسی و در وضعیت درست قرار داده شود.

منابع و مآخذ



- ۱- ماشین‌های الکتریکی مؤلف: استفن چاپمن مترجم: صدوقی و ...
- ۲- ماشین‌های الکتریکی (جلد ۴) مؤلف: بی‌ال ترازا مترجم: سعید شعاری نژاد
- ۳- موتورهای الکتریکی مؤلف: هاری میلیف مترجم: فریدون قیطرانی
- ۴- فرمان الکتریکی مؤلف: براتعلی مشکاتی
- ۵- کارگاه‌های (مدار فرمان) مؤلف: حسین رحمتی زاده
- ۶- برق صنعتی مؤلف: فریدون علومی
- ۷- جزوه‌ی درسی کارگاه مدار فرمان مؤلف: شهرام خدادادی
- ۸- جدول‌های مهندسی برق
- ۹- تعدادی از کتب موجود در زمینه برق صنعتی در حد تهیه تصویر
- ۱۰ - Electrician's Technical Reference (motors) By: DAVID R.Carpenter
- ۱۱ - Wiring Manual - Automation and Power Distribution Moeller.
- ۱۲- کاتالوگ‌های مختلف از شرکت‌های
AEG - CAMSCO-Telemecanic- SEMENS - Noeller - ELCA - hellermann- Moeller.

